
UNIVERSITÉ
DE LORRAINE



Université de Lorraine



Master Biotechnologies, Microbiologie, Aliment, Nutrition, Environnement (BIOMANE)

Spécialité Microbiologie Environnementale et Sanitaire (MES)

Animation environnement dans le cadre de la construction LGV Est Européenne – 2ème phase : mise en place du bilan carbone ; gestion et suivi des pollutions

---

Stage effectué du 03/02/2014 au 08/08/2014 par

Morgane Klein

Travaux dirigés par : Jean-Damien Bierre, directeur de projet et Philippe Boigey, responsable environnement

Structure d'accueil : société ETF. Groupement d'entreprises C2E marché VCB (Voie, Caténaires, Base Travaux), 39A rue de l'étang, 57445 Réding.



Remerciements

Je tiens tout d'abord à remercier l'ensemble de l'équipe pour l'accueil, les conseils et le temps qu'ils ont su m'accorder lors ce de stage.

Un énorme merci à Philippe BOIGEY pour sa pédagogie, sa disponibilité et surtout sa bonne humeur et son humour à toute épreuve.

Je tiens également à remercier Julien CATU et Jean-Damien BIERRE pour la confiance qu'ils ont su m'accorder.

Je remercie Polo pour m'avoir hébergé dans son bureau lors de ce stage.

Et enfin, je remercie vraiment Amandine, Guénolé, et Jonathan qui ont fortement contribué à faire de mon stage une expérience si plaisante. Merci à toute l'équipe qui se reconnaîtra.

Pour finir, et pas des moindres, tout simplement merci à ceux qui sont là depuis toujours, ma Famille.

Sommaire

Abréviations

- ✓ ABC : Association Bilan carbone
- ✓ ADEME : Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie
- ✓ BTX : Base Travaux
- ✓ CCE : Contribution Climat Energie
- ✓ CDP : Carbon Disclosure Projet
- ✓ DDASS : Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales
- ✓ DREAL : Directions Régionales de l'Environnement de l'Aménagement et du Logement
- ✓ DIB : Déchets Industriels banals
- ✓ DIS : Déchets Industriels Souillés
- ✓ GC5 : Base militaire
- ✓ GES : Gaz à Effet de Serre
- ✓ GHG Protocol : Greenhouse Gas Protocol
- ✓ GIEC : Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat
- ✓ IIGCC : Institutional Investors Group on Climate Change
- ✓ LGV : Ligne Grande Vitesse
- ✓ LN : Ligne Nouvelle
- ✓ MOA : Maitrise d'OuvrAge
- ✓ MOEI : Maitrise d'OEuvre Interne
- ✓ ONG : Organisation Non Gouvernementale
- ✓ PAE : Plan d'Assurance Environnement
- ✓ POI : Plan d'Organisation des Interventions
- ✓ PNAQ : Plan National d'Affectation des Quotas
- ✓ QSE : Qualité Sécurité Environnement
- ✓ WBCSD : World Business Council for Sustainable Development
- ✓ WRI : World Resources Institutes

Introduction

1. Présentation de l'entreprise

Depuis 1898, ETF issue de rapprochements successifs des sociétés Jardin et Billiard, S.E.I, Dehé et Montcocol est un acteur du développement des transports en France et à l'étranger. Depuis le 1er Janvier 2013, les activités d'Eurovia Travaux Ferroviaires et Européenne de Travaux Ferroviaires ont été rapprochées au sein d'une entreprise unique, ETF, pour la poursuite de ses activités au niveau national et son développement à l'international.

ETF, filiale d'Eurovia (groupe Vinci) est un acteur de premier plan à l'échelle mondiale. L'entreprise est spécialisée dans la construction et la maintenance d'installations ferroviaires fixes sur les réseaux ferrés nationaux, les réseaux de transport urbain ainsi que sur les embranchements industriels. Cette large palette de compétences techniques couvre les métiers de la voie, du génie civil ferroviaire, de la caténaire, de la sécurité ferroviaire, de la distribution d'énergie et de la signalisation. Implantée en France comme à l'étranger, ETF a contribué à bâtir les infrastructures de transport sur rail de ces dernières décennies : voies à grande vitesse, voies sur béton, voies de tramway sur fer et sur pneu, métros automatiques…

Les principaux domaines d'activités d'ETF sont les suivants :

- ✓ **Les réseaux ferrés** : construction des lignes à grande vitesse et renouvellement à haut rendement sous interruption courte de la circulation.
- ✓ **La maintenance des voies nationales :** renouvellement de voies, renouvellement d'appareils de voie, renouvellement de traverses et de rails, soudures aluminothermiques et électrique, bourrage mécanique, l'assainissement de plateforme ferroviaire, le retraitement de ballast, le génie civil et la signalisation ferroviaire.
- ✓ **Installations terminales embranchées** : ETF réalise la pose et la maintenance des réseaux industriels et privés ainsi que la construction de gares multimodales.
- ✓ **Transports urbains** : ETF construit et entretien des lignes de métro et de tramway dans de nombreux pays dans le monde.
- ✓ **Caténaires** : l'agence Caténaire et Energie, est spécialisée dans la conception, les études de réalisation et la pose de lignes de traction électrique pour tous les types de transport ferroviaires. Elle réalise également la maintenance ou la réparation des systèmes sur le réseau ferré national et international.

- ✓ **ETF Services** : ETF Services assure la sécurité ferroviaire sur les chantiers de construction et de maintenance et est chargée de maintenir une parfaite coordination entre les trains travaux circulant sur les voies et les acteurs humains du chantier.

2. Le projet « LGV Est européenne – 2ème phase »

Le projet de la LGV Est Européenne est un projet complet de 406 kilomètres de ligne nouvelle à grande vitesse reliant Paris à Vendenheim en une heure et cinquante minutes. La première phase s'étant arrêtée en 2006 à Baudrecourt, près de Nancy, ETF a été mandaté pour réaliser la seconde phase qui consiste à relier Baudrecourt à Vendenheim (Figure 1). Cela représente 106 kilomètres de plateforme dont un tunnel de 4 kilomètres de long et 16 kilomètres de raccordement.

3. La politique environnementale 2013-2015 d'ETF

Les problèmes d'environnement prennent une grande dimension ces dernières années. Conscient de l'enjeu majeur que constitue la préservation de l'environnement dans une société, ainsi que vis-à-vis de leurs clients (visible à travers de plus en plus d'appels d'offre), ETF affirme sa volonté d'agir dans ce domaine, afin de s'adapter en permanence aux attentes de ses parties prenantes ainsi qu'aux évolutions réglementaires. Cette volonté anime leur politique environnementale 2013-2015.

ETF se doit donc d'être acteur dans ce domaine et de fixer des objectifs à travers lesquels la politique d'EUROVIA 2012-2015 sera relayée. Cette politique environnementale se décline autour des principaux enjeux mondiaux que sont : la lutte contre le changement climatique ; le recyclage et la préservation des ressources naturelles ; la préservation de la biodiversité. Convaincue que ces grandes thématiques nécessitent une analyse et une compréhension globale, mais exigent un traitement local tenant compte des caractéristiques des milieux où elles interviennent, EUROVIA a conçu sa politique environnementale en intégrant le grand principe du développement durable « Agir local, penser global ».

Le changement climatique est l'un des problèmes économique, social et environnemental majeurs auxquels nous serons confrontés au cours du XXIème siècle. Les activités humaines (déplacements, utilisation d'énergies fossiles diverses, etc.) engendrent un effet de serre additionnel qui amplifie l'effet de serre naturel ayant permis le développement de la vie sur terre. Cela fait déjà plusieurs années qu'EUROVIA se mobilise sur ce sujet essentiel. Un important travail a été réalisé afin de suivre et d'analyser l'efficacité énergétique de leurs industries et de privilégier les investissements permettant d'accroître leur sobriété énergétique. Ce travail va se poursuivre par la mise à disposition de chaque site dans le monde d'un tableau de bord « énergie – émissions » qui servira au pilotage local et global de l'efficacité énergétique d'EUROVIA et ses filiales. Les plans d'actions qui en



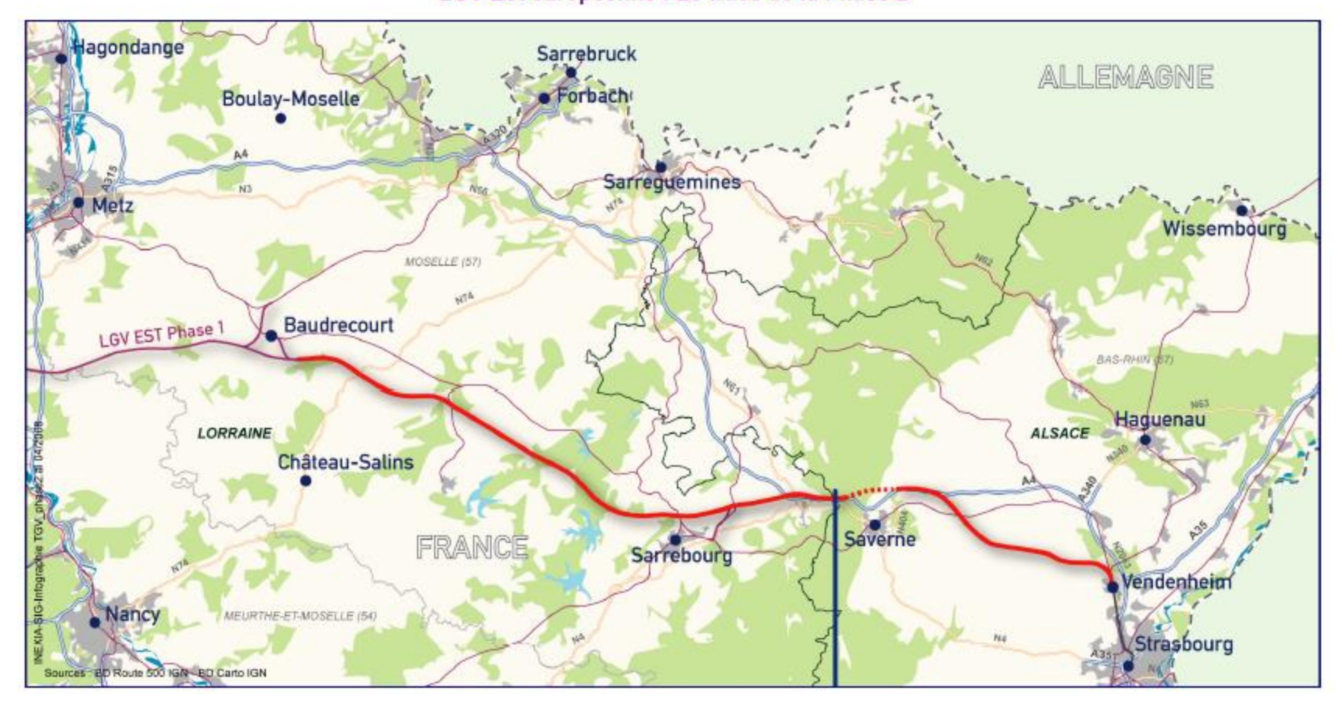


Figure 1 : Tracé de la phase 2 du projet « LGV Est Européenne »

découleront aborderont l'ensemble des aspects suivants : matériel, organisation, méthodes, technique, achats de fournitures, transports, et énergies renouvelables.

Dans le cadre de cette démarche, ETF a mise en place un plan d'action de réduction de gaz à effet de serre (GES) s'étendant sur trois ans (2012 à 2015), qui se décline autour de cinq axes prioritaires : « Nous connaître » : suivi de nos consommations et émissions ; sensibilisation et formation : écoconduite, 1/4h environnement ; écoconception / technique et procédés : Bilan CO_2 ; matériels et bâtiments : améliorations/investissements ; organisation/méthode : transport, production, chantiers » (Paseri 2013).

4. Le bilan carbone

L'enjeu du changement climatique est fondamental par la globalité de ses impacts et par son influence dans le temps. Les conclusions du rapport de l'économiste Nicholas Stern sur ce thème sont claires : les cours du changement climatique pourraient représenter 5 à 20% du PIB mondial en 2050, alors qu'un contrôle des émissions de GES et leur stabilisation à un niveau acceptable ne couteraient que 1% du PIB mondial (Stern 2006). Cette démonstration est un engagement à l'action pour tous les acteurs économiques, politiques, institutionnels et citoyens. Dès lors la contribution des Travaux Publics vis-à-vis de cet enjeu est de 3 ordres :

- ✓ Exercer sa responsabilité sociétale en matière de changement climatiques
- ✓ Répondre au challenge de la croissance « durable » : d'abord, en mettant à disposition des opérateurs économiques les savoirs faires adaptés ; ensuite en répondant aux attentes de la communauté et de nos clients en matière de « performance carbone » des activités
- ✓ Saisir de nouvelles opportunités de marchés (énergies renouvelables, Nucléaire, technologies de l'information et de la communication…) et de management (identification des doubles dividendes économies de ressources et d'émissions de GES).

Depuis environ un siècle et demi, la concentration des GES dans l'atmosphère ne cesse d'augmenter. Les scientifiques prévoient des hausses de température sans précédent. Elles pourraient avoir des conséquences dramatiques sur nos sociétés. C'est pourquoi, mettre en place les incitations, les technologies et les méthodes nécessaires à l'émergence de politiques de réduction des émissions de GES, est devenu une priorité. Aujourd'hui, toute activité humaine, quelle qu'elle soit, conduit directement ou indirectement à des émissions de GES. En effet, toute action nécessite ou a nécessité, une consommation d'énergie pour être effectuée. Le principal gaz à effet de serre émis par l'homme, est le gaz carbonique provenant de la combustion des énergies fossiles (charbon, pétrole, ou gaz). Aujourd'hui, 85% de l'énergie commerciale (qui se vend ou s'achète) consommée

dans le monde provient de la combustion de ces énergies primaires. Dans le cas d'un chantier, l'énergie utilisée sous forme de combustible (fioul, gazole,…) par les engins de chantier, tout comme les matériaux de construction ont conduit, depuis leur extraction jusqu'à leur livraison et utilisation sur le site du chantier, à la production de GES. Le changement climatique observé ces dernières années transcrit l'urgence d'un état des lieux quant à la quantification de nos émissions de gaz à effet de serre. De ce fait, toute entreprise, activité administrative ou associative peut légitimement s'intéresser aux émissions qu'elle génère. Afin d'agir, il est nécessaire d'établir un bilan pour connaître ses marges de manœuvre.

4.1 Contexte général du bilan carbone

Le bilan carbone est une méthode mise au point par l'ADEME (Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie) dont le but est de comptabiliser l'ensemble des émissions de gaz à effet de serre directes ou indirectes d'une activité ou d'un site pendant un an, et de les convertir en équivalent carbone (éq C), ou équivalent CO_2 (éq CO_2) (ADEME).

Le bilan carbone est un outil destiné à tenter de répondre simultanément à différents enjeux :

- ✓ **enjeux démographiques** : surpopulation, déséquilibres démographiques, et augmentation continue des consommations énergétiques
- ✓ **enjeux de ressources** : épuisement des énergies fossiles et de ressources pas, peu, difficilement ou coûteusement renouvelables
- ✓ **enjeux géostratégiques** : indépendance énergétique et alimentaire
- ✓ **enjeux de développement soutenable** : transition ou bascule vers une économie « décarbonée », c'est-à-dire reposant sur des énergies n'émettant pas de CO_2 en termes de bilan global,

ainsi qu'à leurs conséquences climatiques : réchauffement climatique, désertification, montée des eaux, réfugiés climatiques, effondrement de la biodiversité.

Depuis octobre 2011, le bilan carbone a été transféré à l'ABC (Association Bilan Carbone). Cette association créée en juillet 2011 afin de poursuivre le développement et la diffusion du bilan carbone initié par l'ADEME, a pour objectif d'apporter une approche stratégique en ce qui concerne la mesure des émissions de GES, de développer des solutions méthodologiques et opérationnelles de réduction des émissions de GES et d'établir le bilan carbone comme un véritable référentiel international.

4.2 La méthode « bilan carbone »

La méthode « bilan carbone » est d'abord une démarche. Elle représente la construction d'un projet d'évaluation et de réduction des émissions de GES. Le bilan carbone permet une évaluation plus ou moins précise des émissions directes ou induites par une activité (économique ou non) ou un territoire (on parle alors d'émissions indirectes). Cette méthode se construit à travers 5 étapes clés qui sont les suivantes :

1. La définition du champ d'étude
2. La collecte des données
3. L'exploitation des résultats
4. L'établissement d'un plan d'actions de réduction
5. La mise en place de ce plan

A cette démarche, il est préconisé de rajouter une étape de sensibilisation à l'effet de serre en général, ou à un sujet plus spécifique qui a pour objectif de compléter et d'enrichir ainsi que de faciliter la transmission des bonnes pratiques et des bonnes informations.

L'intitulé « bilan carbone» désigne tout à la fois :

- ✓ une méthode de comptabilisation des GES
- ✓ un tableur Excel prêt à l'emploi pour effectuer le calcul des émissions, comparer entre elles les émissions d'une année sur l'autre, et évaluer le potentiel de diverses actions de réduction
- ✓ le manuel d'utilisation du tableur
- ✓ le document décrivant la mise au point de la méthode, qui explique notamment comment ont été choisies les valeurs par défaut utilisées dans le logiciel et les sources utilisées (ADEME 2010).

4.3 La marque « Bilan Carbone® »

Le bilan carbone est en France une marque déposée : « Bilan Carbone® ». De ce fait, l'utilisation de cette appellation est réservée aux membres et licenciés de l'ABC. Le « Bilan Carbone® » est la démarche de comptabilisation et de réduction des émissions de GES la plus utilisée en France.

Comment devenir membre de l'ABC ? La réalisation d'un « Bilan Carbone® », en interne ou en tant que prestataire, est conditionnée par deux éléments : avoir suivi une formation spécifique et avoir souscrit une licence « Bilan Carbone® » pour l'année en cours.

Les formations « Bilan Carbone® » permettent d'acquérir les connaissances essentielles à l'utilisation de la méthodologie et des outils nécessaires. Dans un souci de qualité, elles sont un prérequis pour devenir titulaire d'une licence « Bilan Carbone® », et pouvoir accéder à l'ensemble des outils « Bilan Carbone® » associés. Ces formations sont valables à vie et permettent à toute organisation comptant parmi son effectif un salarié membre de l'ABC, de devenir titulaire d'une licence « Bilan Carbone® » (ABC 2014).

Cependant, pour faciliter la lecture et la compréhension j'utiliserais uniquement le terme « bilan carbone» à la place de l'intitulé de la marque déposé «Bilan Carbone® » au sein de ce mémoire.

4.4 Contexte historique du bilan carbone

Il n'existe pas à ce jour d'études synthétiques permettant de retracer la genèse de la méthode du bilan carbone. Néanmoins, on peut considérer qu'elle s'inscrit dans une réflexion née à l'échelle mondiale, officialisée par les rapports d'évaluation du GIEC (Groupe d'experts Intergouvernemental sur l'Evolution du Climat) créé en 1988 par l'Organisation météorologique mondiale, et le programme des Nations unies pour l'environnement. Le GIEC qui réunit les plus grands scientifiques mondiaux sur la question du climat a pour mission générale de procéder à un examen critique de la littérature scientifique mondiale publiée, afin d'en dégager une synthèse pertinente dans le but d'éclairer les décideurs. Grâce à lui, les connaissances scientifiques sur le changement climatique ont été largement relayées vers l'opinion publique.

En 1995, un nouveau rapport a conduit au protocole de Kyoto qui est un traité international visant l'engagement des pays industrialisés à réduire leurs émissions de certains GES, responsables du réchauffement planétaire, de 5% en moyenne. Ce dernier est entré en vigueur le 16 février 2006 et a été ratifié à ce jour par 183 pays dont la France, et à l'exception notable des États-Unis. Les GES définis par ce protocole de Kyoto sont : le dioxyde de carbone (CO_2), le méthane (CH_4), l'oxyde nitreux (N_2O), les hydrofluorocarbones (HFC), les hydrocarbures perfluorés (PFC) et l'hexafluorure de soufre (SF_6).

L'objectif de réduction des GES nécessite préalablement que ces émissions soient comptabilisées. C'est ainsi qu'en 1998, née le protocole des GES (ou GHG Protocol), institué conjointement par le WBCSD (World Business Council for Sustainable Development) et le WRI (World Ressources Institutes) (Protocole des Gaz à effet de serre). Ce protocole se définit comme « un partenariat multilatéral unique constitué d'entreprises, d'ONG et de gouvernements, qui établit les bases du

savoir dans le domaine de la comptabilisation et de la déclaration des Gaz à effet de serre » (WBCSD & WRI 2001).

La méthode « bilan carbone » mise au point entre mi-2000 et fin 2003 pour le compte de l'ADEME et de la Mission Interministérielle pour l'Effet de Serre par Jean Marc Jancovici, poursuit cette volonté de mesurer avec pragmatisme les émissions de GES.

4.5 Contexte juridique du bilan carbone en France

L'entrée en vigueur du Protocole de Kyoto a rendu effectif l'objectif de stabilisation des émissions Françaises de GES. Avant le vote de la fameuse loi Grenelle II, c'est le groupe de concertation et d'information sur les inventaires d'émissions (GCIIE), qui avait pour mission d'améliorer les méthodes d'inventaire des GES. Ce groupe se réunissait à hauteur de trois fois par an.

Les lois Grenelle I et II ont pour objectif la réduction des consommations d'énergie et de leur contenu en carbone. Elles veulent réduire radicalement les émissions de GES en économisant l'énergie et en la rendant plus « décarbonée ». La loi Grenelle I propose à travers 57 articles, une série d'engagements, dont la lutte contre les changements climatiques et la maîtrise de la demande d'énergie. La loi Grenelle II met en œuvre le cadre et les principes définis par la loi Grenelle I. Le bilan des émissions de GES figurait déjà dans l'article 75 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 (dite Grenelle II), mais c'est le décret n°2011-829 du 11 juillet 2011 qui a décrit les dispositions réglementaires définissant les modalités d'application du dispositif. Ce décret rend obligatoire la réalisation d'un bilan de GES : pour les entreprises de plus de 500 salariés ; pour l'Etat, les régions, les départements, les communautés urbaines, les communautés d'agglomération et les Communes ou communautés de communes de plus de 50 000 habitants ; les autres personnes morales de droit public de plus de 250 personnes. Un premier bilan, qui sera rendu public, devra donc être remis avant fin 2012, puis être mis à jour tous les 3 ans.

Un Rapport sur l'obligation d'élaboration d'un bilan d'émissions des GES prévu par l'article 26 du Projet de loi portant sur « l'Engagement National pour l'Environnement », a été produit courant mars 2010 afin de préparer la mise en œuvre pratique de ces bilans d'émissions de GES. Ce rapport fait dans sa seconde partie le point sur les référentiels, méthodes, contenus et périmètres envisageables pour ce bilan, à partir des référentiels internationaux existants, des différents périmètres de comptage et des outils disponibles.

La norme *ISO 14 064- Partie 1*, spécifie les principes et les exigences, au niveau des organismes, pour la quantification et la rédaction de rapports sur les émissions de GES et leur suppression. Cette

norme fait état des exigences pour la conception, la mise au point, la gestion, la rédaction de rapports et la vérification de l'inventaire de GES d'un organisme (ISO 2006). Le dernier examen de cette norme a été réalisé en 2009 et sera à nouveau effectué en 2014 (les normes ISO sont réexaminées tous les 5 ans).

5. Pollution et dépollution des sols

5.1 Contexte général sur la dépollution des sols

Depuis plusieurs décennies, les activités humaines engendrent une production de plus en plus importante de produits chimiques, potentiellement toxiques, pouvant être déversés accidentellement ou non dans l'environnement. Ainsi, les risques pour la santé publique et le bon fonctionnement des écosystèmes sont de plus en plus importants et préoccupants. La dépollution des sites contaminés est donc devenue une préoccupation majeure, en raison d'une part, de l'impact de cette pollution sur l'environnement et la santé, liée notamment à la propagation de molécules dangereuses dans le milieu et leur transfert dans les nappes phréatiques et dans la chaîne alimentaire, et d'autre part des coûts exorbitants engendrés par les projets de réhabilitation qui exigent souvent l'excavation des sols et le transport onéreux des terres vers les installations de dépollution. Par ailleurs, la législation tend à se renforcer, attribuant les responsabilités et obligations pour la prise en charge de la réhabilitation des sites, et prévoyant des mesures pour les sites abandonnés. En France, dans la législation actuelle, c'est l'exploitant de l'installation polluante ou le propriétaire du terrain contaminé qui est rendu responsable de la gestion de la pollution. Les traitements mis en œuvre pour dépolluer les sols sont nombreux et depuis des années déjà, de nouvelles technologies sont en développement.

La dépollution des sites contaminés par des sources de pollution variées est contrainte par différents facteurs, la nature de la pollution étant le premier. Toutefois, la dépollution d'un site encore en activité sera beaucoup plus contraignante que celle d'un site fermé (Legrand, 2006). Les traitements proposés peuvent être définis en trois grandes familles : les procédés « in situ », réalisés dans le sol en état ; les procédés « on site », traitements sur place des sols excavés ; les procédés « hors site » ou « off site » ou « ex situ », nécessitant l'évacuation.

5.2 Procédés de dépollution des sols

Afin de restaurer les sites pollués, un arsenal de procédures a été développé. Ces techniques emploient des procédés mécaniques, physiques et/ou chimiques afin d'éliminer les contaminations. Grâce à ces méthodes, les polluants sont immobilisés, extraits et/ou détruits afin de réduire leurs impacts sur la santé et sur l'environnement (Khan *et al.*, 2004; Kalin, 2004). Cependant, ces procédés

peuvent être très invasifs pour les écosystèmes traités car, d'une part, ils nécessitent souvent l'excavation des matériaux pollués ce qui bouleverse les environnements et, d'autre part, ils peuvent entraîner le rejet de composés toxiques pour les formes de vie. Il existe cependant une alternative à ces techniques invasives permettant de limiter ces effets néfastes : la remédiation biologique. Cette approche utilise les capacités naturelles de certains organismes à dégrader les polluants parfois même jusqu'à leur minéralisation (Serrano *et al.*, 2007). Ce type de décontamination qui implique les végétaux (phytoremédiation) et/ou les microorganismes (bioremédiation) sont souvent considérés comme réservés à une catégorie restreinte de composés comme les hydrocarbures pétroliers légers ou adaptés à des conditions particulières. L'intérêt de ces techniques réside essentiellement dans le fait qu'elles ne nécessitent ni excavation, ni transport, ce qui rend leur mise en œuvre bien moins coûteuse.

5.3 La bioremédiation

La bioremédiation est basée sur l'utilisation de souches microbiennes (bactéries et/ou champignons) et consiste à utiliser ces dernières afin de dégrader des contaminants (Boopathy, 2000). Il existe des micro-organismes capables de dégrader efficacement des polluants comme les produits pétroliers, les huiles et les graisses, les hydrocarbures mono et polycycliques, les BPC (biphénylpolychlorés), etc. En plus d'éliminer les composés ayant des effets néfastes pour l'environnement, cette technique permet de diminuer les coûts d'assainissement (Biogénie, 1994). Tout comme les autres traitements, les procédés de bioremédiation peuvent être regroupés en 2 sous parties, la première consacrée aux traitements de dépollution « *in situ* » (sur le site même), la seconde aux traitements « hors site ». De plus, cette dégradation microbienne de la pollution peut aussi être améliorée soit par adjonction d'agents stimulant les microorganismes endogènes (Perfumo *et al.*, 2007), soit par ajout de microorganismes épurateurs endogènes ou exogènes (Jacques *et al.*, 2007). Ces procédés sont nommés respectivement biostimulation et bioaugmentation. La biostimulation consiste à diminuer ou supprimer les facteurs environnementaux qui limitent l'action des bactéries. Il peut s'agir d'ajouter des éléments nutritifs avec des fertilisants, de supprimer toute carence en oxygène, ou d'améliorer la biodisponibilité du polluant. Le recours à des fertilisants est la technique la plus courante. La bioaugmentation consiste à ajouter des microorganismes au milieu ou au déchet à traiter. Il est possible de combiner des actions de bioaugmentation avec des actions de biostimulation.

5.4 La biodégradation des hydrocarbures

Les hydrocarbures sont des composés organiques biodégradables. Ils peuvent cependant avoir des effets toxiques importants sur la flore et la faune lorsqu'ils sont présents en grandes quantités. Or, les fortes pollutions ponctuelles aux hydrocarbures ne sont pas rares, notamment sur des chantiers tel que celui de la « LGV Est européenne – 2ème phase ».

On appelle biodégradation des hydrocarbures, l'ensemble des transformations des chaînes carbonées par l'action des micro-organismes. Au fil du temps, les hydrocarbures peuvent être dégradés en composés plus légers jusqu'à une conversion complète en gaz carbonique et eau. Une partie du carbone est utilisée par les microorganismes pour se multiplier et former de la biomasse qui nécessite en outre de l'azote et du phosphore (Figure 2). La capacité épuratrice des micro-organismes se trouve limitée par plusieurs facteurs :

- ✓ La nature des hydrocarbures : les paraffines linéaires et les aromatiques légers sont facilement dégradés, mais les hydrocarbures ramifiés, les polyaromatiques lourds, les résines et les asphaltènes le sont beaucoup plus difficilement
- ✓ La disponibilité des éléments nutritifs : il en résulte que la biodégradation des hydrocarbures est un processus lent, plusieurs semaines à plusieurs mois, voire plusieurs années dans les conditions les moins favorables, et souvent incomplet, en particulier en ce qui concerne les hydrocarbures lourds.

5.5 Pollution aux hydrocarbures : quels produits utiliser ?

En cas de pollution aux hydrocarbures, 4 grandes familles de produits sont utilisables : les dispersants, les produits de lavage, les absorbants, et les biodégradants. Conçus pour favoriser ou accélérer la biodégradation des hydrocarbures, ces derniers contribuent à la restauration des sites pollués ou au traitement des déchets issus de pollutions. Etant utilisés dans l'environnement naturel, il est logique que ces produits fassent l'objet de contrôles pour s'assurer de leur innocuité. Des procédures visant à les homologuer, agréer ou approuver, ont été instaurées dans les pays développés. Elles permettent d'établir des listes de produits autorisés ou recommandés. En France, la majorité des méthodes de tests ont fait l'objet de normalisation auprès de l'Association Française de Normalisation *(*AFNOR*)*.

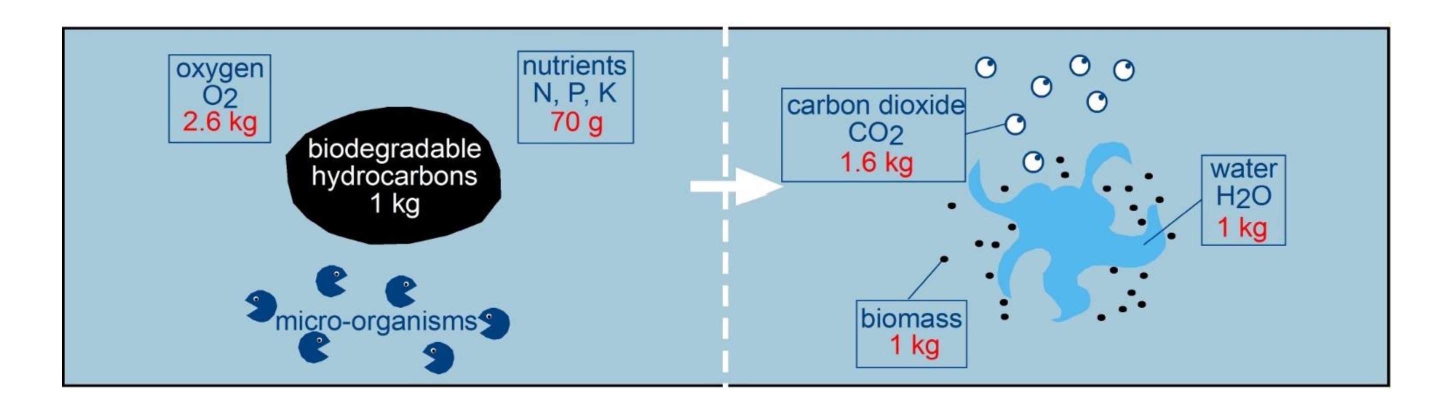


Figure 2 : Schéma représentant le phénomène de biodégradation des hydrocarbures via l'activité des microorganismes compétents

6. Objectifs

De nos jours, la réussite d'un projet tel que le projet « LGV Est européenne – 2ème phase » passe également par sa capacité à réduire son empreinte environnementale. C'est autour de cette problématique que se sont articulées les missions qui ont animé mon stage.

Dans le cadre de sa démarche d'administration exemplaire, et en application de l'article 75 de la loi n°2010-788 du 12 juillet 2010 portant sur l'engagement national pour l'environnement, ETF a donc souhaité réaliser une évaluation des émissions de ses GES via l'élaboration du bilan carbone en phase de construction du projet « LGV Est européenne – 2ème phase », selon la méthodologie mise en place par le ministère en charge du développement durable. Dans cette lignée, mon objectif fut de collecter et de mettre en forme les données de ce bilan carbone afin de les transmettre au prestataire Ecoact, mandaté par ETF pour transcrire ces valeurs en termes d'émissions de GES.

Le projet « LGV Est européenne – 2ème phase » est soumis à un plan d'assurance environnement qui présentent les objectifs environnementaux. La gestion et le suivi des pollutions en font partis. Pour répondre à cela, j'ai donc eu pour second objectif de réaliser le suivi des traitements des pollutions intervenants sur le projet, tant sur le terrain qu'au niveau logistique.

Matériels et méthodes

1. Contexte méthodologique du bilan carbone

Dans la très grande majorité des cas il n'est pas envisageable de mesurer directement les émissions de gaz à effet de serre résultant d'une action donnée. La seule manière d'estimer ces émissions est alors de les obtenir par le calcul, à partir d'autres données, et la méthode bilan carbone a précisément été mise au point pour permettre de procéder de la sorte, dans un laps de temps raisonnable. Inspiré des lignes directrices de la norme *ISO 14 064* et du GHC Protocol, cette méthode doit permettre d'obtenir facilement une évaluation pertinente des émissions de GES d'une entité déterminée. Au-delà de l'évaluation, elle pourra initier à une stratégie de réduction de l'impact des GES, notamment par l'élaboration d'un plan de réduction. Les chiffres qui permettent de convertir les données observables dans l'entité en émissions de GES, exprimées en équivalent carbone, sont appelés des facteurs d'émission. Comme l'essentiel de la démarche est basé sur des facteurs d'émission moyens, cette méthode a pour vocation première de fournir des ordres de grandeur. Cela n'empêchera pas, cependant, d'en tirer des conclusions pratiques si l'on souhaite passer à l'action, car, bien souvent, quelques postes faciles à estimer seront prépondérants dans le total des émissions (ADEME 2005).

1.1 Champ d'étude du bilan carbone« LGV Est européenne – 2ème phase »

1.1.1 Périmètre temporel

Le périmètre temporel du bilan carbone « LGV Est européenne – 2ème phase » s'étend du deuxième semestre de l'année 2013 au premier semestre de l'année 2015, période de réalisation de la phase de construction du projet. Cette période est variable pour chaque poste d'émission est sera précisée au sein des tableaux de collecte des données.

1.1.2 Périmètre géographique

Le périmètre géographique du bilan carbone « LGV Est européenne – 2ème phase » s'étend sur 106 km ce qui correspond à la distance de ligne grande vitesse de Baudrecourt (Moselle) à Vendenheim (Alsace). Au sein de ce périmètre, outre les activités de construction que l'on retrouve le long de la LGV, il existe trois sites distincts :

- ✓ la base vie : ensemble des bureaux servant à la gestion du projet
- ✓ la base travaux (BTX) : support logistique aux opérations d'installation des différents systèmes et équipements ferroviaires de la « LGV Est européenne – 2ème phase »

- ✓ la base militaire (GC5) : lieu de stockage du ballast.

1.1.3 Périmètre d'émission

L'Entité visée par la méthode du bilan carbone est l'ensemble des activités sur lesquelles l'utilisateur souhaite procéder à l'évaluation et/ou la déclaration de ses émissions de GES. On distingue les émissions de GES selon 3 catégories de périmètres conformément à la norme ISO 14 064 et au GHG Protocol qui sont : les émissions directes issues des matériels, des véhicules et des procédés détenus ou contrôlés par l'Entité, les émissions indirectes liées à la consommation d'énergie importée, et les autres émissions indirectes liées à l'activité de l'Entité mais provenant de sites ou d'opérations possédés ou contrôlés par un tiers.

La méthode utilisée ici consiste à passer en revue tous les flux physiques (flux de personnes, d'objets, d'énergies, de matières premières, etc.) par activité qui concernent la phase de construction de la « LGV Est européenne – 2ème phase ». Les activités visées par ETF sont les activités suivantes : génie civil, activité caténaire, pose de traverse, pose de rail, pose d'appareil de voie, ballastage, consommation bureautique, machines et bâtiments. Une fois ces activités définies, il faut identifier au sein ce celles-ci les postes d'émissions qui vont être comptabilisés. Dans le cas de ce projet, ces derniers sont :

- ✓ Les déplacements : domicile-travail du personnel
- ✓ Les consommations d'énergies : électricité, gaz naturel, gazole
- ✓ Les immobilisations : bâtiments administratif, matériel informatique
- ✓ Les intrants : ensemble des biens achetés pour le fonctionnement et le déroulement du projet (matériaux de construction, fournitures de bureau, etc.)
- ✓ Le fret : déplacement routier et ferroviaire
- ✓ Les déchets : déchets générés par le projet

1.1.4 Collecte des données et estimation

L'objectif de l'étude n'est pas d'obtenir un bilan des émissions à la tCO2e près, mais bien d'avoir une vision générale de celles-ci et surtout de savoir où agir. L'intérêt du bilan carbone est d'identifier les marges d'action afin de réduire leur impact et de hiérarchiser les actions à mener selon les priorités.

Ces données sont agrégées par type d'activités, avec l'idée que chaque activité doit être parlante à minima pour un responsable opérationnel au sein de l'entité concernée, qui pourra ainsi aider à l'obtention de certains éléments et se demander dans quelle mesure il pourra agir pour faire baisser les émissions correspondantes.

Les données peuvent être directement disponibles en interne dans l'entreprise, comme par exemple l'énergie (avec les KWh consommés disponibles sur les factures), les intrants (quantité de matériel achetée), la quantité de déchets générés par l'entreprise, etc. Dans d'autres cas, il est en revanche nécessaire de solliciter d'autres parties prenantes : les fournisseurs, si on souhaite remonter en amont pour calculer les émissions dues au fret des matériaux ; les salariés, pour évaluer leurs déplacements domicile-travail. Certaines données sont donc faciles à collecter alors que dans d'autre cas, les données sont plus difficiles voire impossible à obtenir.

Dans ma démarche de recherche des données je n'ai pas pu obtenir l'ensemble des valeurs souhaitées. De ce fait, j'ai donc était exposé à deux cas de figures :

- ✓ Les données sont manquantes ou impossible à obtenir ou à extrapoler et ont été légendées sous « informations manquantes »
- ✓ Les données ont pu être extrapolées ou moyennées et ont été légendées sous « valeurs moyennées »

Afin de faciliter la compréhension sur l'incertitude et l'obtention de certaines données, j'ai inséré en amont des différents tableaux récapitulatifs une légende sous la forme d'un code couleur (Figure 3).

1.1.5 Outil de collecte des données

L'ensemble des données collectées ont été retranscrites dans un outil de calcul fourni au début de mon stage, et qui se compose de 8 tableaux Excel qui correspondent aux 8 catégories d'activités suivantes : génie civil ; caténaire ; traverses ; appareils de voie ; ballast ; consommation bureautique ; machines et bâtiments.
Chaque tableau qui correspond à un type d'activité est organisé autour des différents postes d'émission attenants à celle-ci. L'ensemble de ces tableaux n'est pas un outil figé, c'est pourquoi j'ai donc été libre de le modifier si cela était justifié et cohérant (par exemple en rajoutant un poste d'émission, ou au contraire en en supprimant car il n'était pas présent sur ce chantier). Cependant, je n'ai effectué aucune modification.

C'est cet ensemble de 8 tableaux que j'ai transmis à la fin de mon stage à l'organisation Ecoact qui est chargé d'exploiter ces résultats grâce aux facteurs d'émissions produits par l'ADEME. Ces facteurs d'émissions vont permettre de transcrire mes données en équivalant carbone qui représente les émissions de GES à proprement parlé. Par la suite, Ecoact fournira à ETF le tracer du bilan carbone qui permettra à l'entreprise d'en tirer un plan d'actions de réduction de ces GES adéquate.

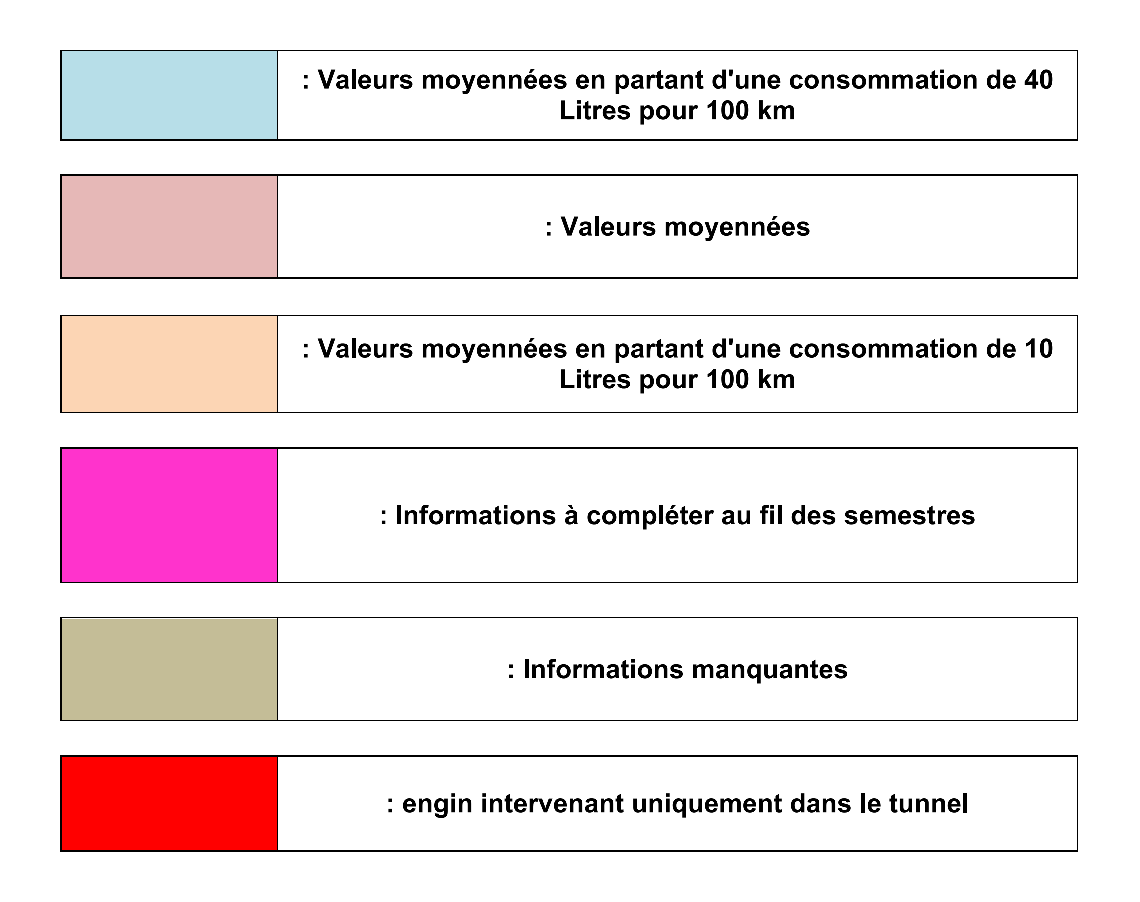


Figure 3 : Légende des 8 tableaux récapitulatifs de collecte des données

2. Contexte méthodologique de la gestion et du suivi des pollutions

Une pollution est une situation à risque, connue mais imprévisible. Il est donc important de se préoccuper de ces risques et de mettre en place un plan d'urgence qui permettra une réaction rapide et efficace en cas de survenance d'un tel événement.

Le projet « LGV Est européenne – 2ème phase » est soumis à un PAE (Plan d'Assurance Environnement), et de ce fait une fiche procédure spécifique doit être réalisée pour certaines activités à risque ce qui inclut les pollutions aux hydrocarbures. Dans ce cas précis il s'agit de décrire les mesures à prendre par le personnel du chantier en cas de pollution accidentelle. Le document d'application est le POI (plan d'organisation des interventions). Cette procédure décrit les modalités d'interventions en cas de pollutions accidentelles et elle concerne l'ensemble du projet « LGV Est Européenne 2ème phase, Marché Voie, Caténaire, Base Travaux ». Les situations d'urgences sont donc gérées par le POI. Celui-ci identifie les moyens et méthodes à mettre en place en cas de pollution. Le POI définit les mesures d'organisations, les méthodes d'intervention et les moyens nécessaires que l'exploitant doit mettre en œuvre pour protéger l'environnement. Il couvre toutes les activités principales identifiées du groupement et celles connexes et entrant dans la conception de l'ouvrage. Cela concerne les travaux et l'exploitation de la base travaux de Réding, les bases secondaires et les travaux de la LN (Ligne Nouvelle) c'est-à-dire les travaux de la voie et de la caténaire.

Les pollutions identifiées lors du projet « LGV Est européenne – 2ème phase » sont les suivantes :

- ✓ Déversement d'hydrocarbures sur le sol (N1) : pollution dite « maitrisable »
- ✓ Déversement d'hydrocarbures dans l'eau (N2) : pollution dite « non maitrisable »

Pour chacune d'elle, une fiche d'intervention est établie et définit la démarche à suivre immédiatement après la détection de la pollution (Annexes 1 et 2) (Figure 4).

2.1 Moyens d'information

Dans le cadre de la formation de base, tout nouvel arrivant sur le chantier se voit dispenser d'une formation d'accueil environnement, lors de laquelle il se verra remettre un livret d'accueil récapitulatif. Tout au long du déroulement du chantier, l'entreprise a pour rôle de mettre en place des actions de sensibilisation aux personnels, en fonction des risques potentiels sur l'environnement des activités exercées, et fournira aux personnes concernées les fiches descriptives environnement pour compléter le livret d'accueil. Régulièrement, l'ensemble des salariés se voit dispenser par l'encadrement des sessions de sensibilisation sur les thématiques génériques (déchets, bruit, pollution de l'eau et des sols…) que l'on appelle des quarts d'heures environnement. Ces

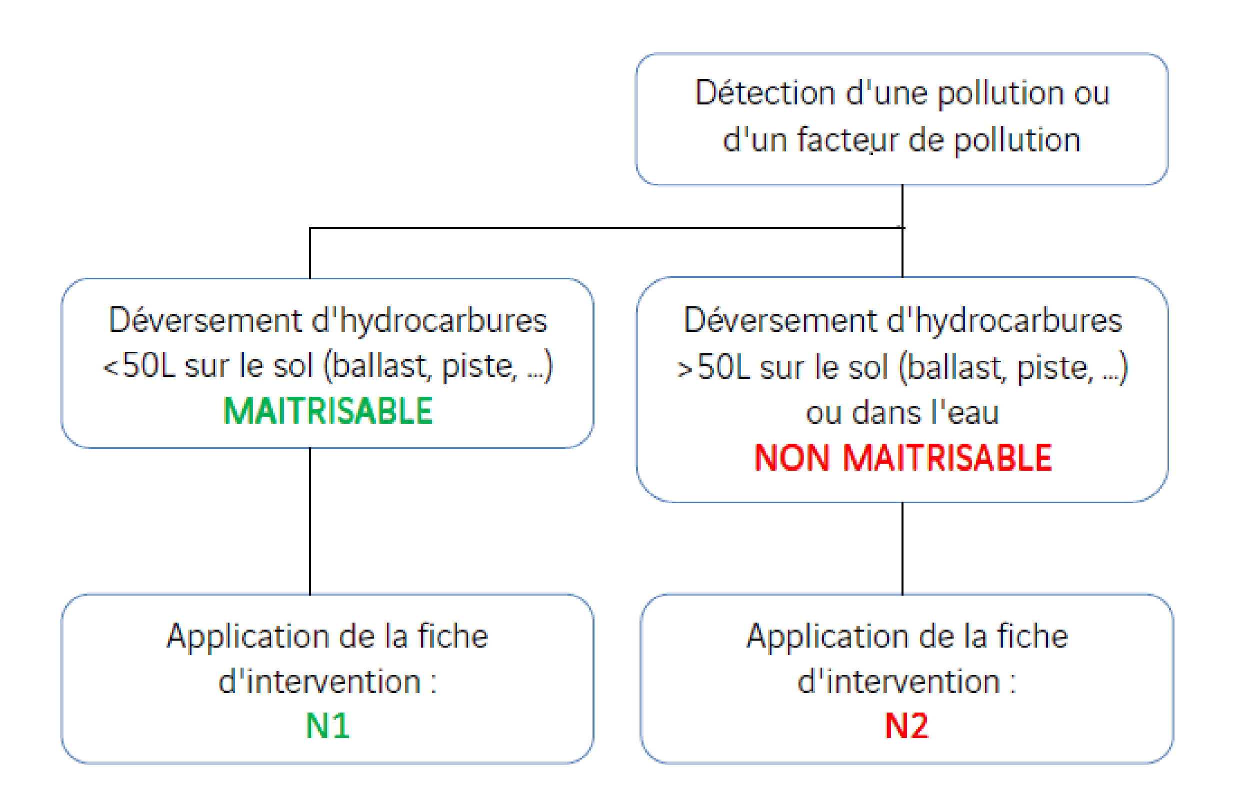


Figure 4 : Logigramme du POI

thématiques sont en lien direct avec le projet et peuvent être complétées par des thèmes spécifiques suite à des incidents ou pollutions afin de faire partager le retour d'expérience.
De plus, des fiches d'interventions sont communiquées à l'ensemble du personnel et affichées en permanence sur les différents site. Ces dernières renseignent sur les numéros à appeler, la chronologie de la conduite à tenir, ainsi que les renseignements à fournir.

2.2 Moyens matériels

Au niveau des machines, les sites d'entretien et de garage des engins et machines, si un déversement d'hydrocarbures se produit, les moyens matériels mis à disposition sont les suivants :

- ✓ Les engins sont systématiquement dotés de kits anti-pollution en cas de fuite accidentelle,
- ✓ Présence de pompes et de bacs de vidange pour faciliter les vidanges des machines et pour récupérer les liquides de fuite
- ✓ Présence de bacs de rétentions (atelier, stockage, …)
- ✓ Tapis absorbants mis à disposition
- ✓ Produit biorémediant.

2.3 Démarche de traitement

2.3.1 Gestion des pollutions

Les pollutions aux hydrocarbures de niveaux N1 (déversement d'hydrocarbures sur le sol) représentent la totalité des pollutions survenues à ce jour sur le projet « LGV Est européenne – 2ème phase » en phase de construction.
Pour ces pollutions, le traitement est réalisé par le groupement. Lors d'une pollution dite « maitrisable », la première étape pour le responsable environnement et moi-même est de constater sur place la nature (huile hydraulique ou gasoil) et l'étendue de la pollution. La deuxième étape est de contenir la pollution si celle-ci ne l'est pas à notre arrivée sur le site. Pour ce faire, nous disposons de boudins absorbants contenus dans les kits pollution, de sable, de liège et de tapis absorbants qui ont tous pour but d'absorber le surplus de matière afin d'empêcher toute diffusion de la pollution et de protéger les zones sensibles. Venait ensuite la phase d'application de produit bioremédiant. Nous disposons de deux types de produits bioremédiants :

- ✓ Oil Sponge : absorbant écologique permettant une biodégradation des hydrocarbures en CO_2, H_2O et biomasse, par l'action naturelle des micro-organismes qu'il contient. Peut être utilisé comme traitement de sol pour dépolluer des surfaces contaminées par des hydrocarbures (Annexe 3).

- ✓ Natura sol : nettoyant biologique à diluer dans l'eau contenant un mélange de bactéries spécialisées et extraits fermentaires, spécialement adaptés pour le traitement des tâches d'huile sur les sols en béton, ciment, pierre, céramique, carrelage, pavés autobloquants, dalles gravillons lavés, bitume et autres types de sols poreux (Annexe 4).

En ce qui concerne les niveaux de pollution aux hydrocarbures N2 (déversement d'hydrocarbures dans l'eau), une cellule d'évaluation doit être constituée pour évaluer la pollution et proposer des actions appropriées aux types de pollution. Une fiche d'intervention décrit la démarche à suivre. Lors de mon stage, aucune pollution de ce niveau n'est survenue. Cette cellule est constituée : de la MOEI, de la MOA et ses représentants, du constructeur, des entreprises expertes. De plus, l'information doit être diffusée aux organismes suivant : pompier, préfecture, police des eaux, DDASS, DREAL, Mairie.

2.3.2 Suivi des pollutions

Le suivi des pollutions s'effectue en deux points : la réalisation de visites sur les pollutions déjà constatées afin d'établir la nécessité ou non d'un traitement supplémentaire ; la traçabilité. L'action clé qui transcrit cette notion de traçabilité est l'édition d'une fiche pollution (Annexe 5). Une fiche pollution est éditée afin de permettre l'enregistrement des différentes informations la caractérisant. Cette fiche renseigne sur : la date, le lieu, la nature du polluant, l'origine, le niveau d'intervention, le contrôle du traitement. On retrouve également des photos illustrant les propos cités. Lorsqu'une fiche pollution est éditée on parle alors de « pollution ouverte ». Au contraire, on parle de « pollution fermée » lorsque que celle-ci n'est plus visible (tache d'hydrocarbure estompée par exemple), et ne présente plus aucun risque pour l'environnement. On peut alors à ce moment décider de lever la pollution, ce qui impose l'approbation via signature de l'émetteur de la fiche (le responsable environnement) ainsi que de la MOEI. Toujours dans un souci de traçabilité, l'ensemble des fiches pollutions sont enregistrées sur le réseau de l'entreprise ainsi que sur le journal de chantier, et sont également regroupées sur un répertoire des pollutions permettant de chiffrer le taux de fermeture de celles-ci. Le journal de chantier permet d'avoir un suivi journalier de toutes les phases de construction ainsi que de tous les aléas qui peuvent arriver. Ce dernier permet à la MOA et à la MOEI d'avoir une vue d'ensemble de l'avancement et des différents problèmes du chantier.

Résultats

1. Collecte des données du bilan carbone

La première étape de ma démarche de collectes de données s'est déroulée sur le chantier. En effet, avant de me lancer dans la collecte à proprement parlé j'ai dû me familiariser avec les différentes activités, les différents matériaux et engins mises en œuvre. Connaître l'environnement dans lequel j'allais évoluer et certains points techniques fut primordiale dans la compréhension et la réalisation de mes différentes missions.

L'ensemble des données collectées ont été référencées par semestre au sein des tableaux récapitulatifs. Les semestres référencés par tableau coïncide avec les semestres d'activités des différentes catégories.

1.1 Génie civil

L'ensemble des données attenantes à l'activité Génie civil (données sur les différents terrassements) sont manquantes. En effet, les informations détenues par Vinci ont été réclamés lors de mon stage, mais malheureusement il n'y a eu aucun retour de leur part jusqu'à l'heure actuelle. Le tableau « Génie civil » a donc été laissé sans informations. En ce qui concerne les activités du Génie civil, un bilan carbone sur cette phase uniquement a été mise en place, et c'est Setec qui a eu pour mission d'en collecter les données. A ce jour, Ecoact n'a toujours pas rendu les résultats suite à ces données.

1.2 Matériaux ferroviaires

L'objectif de ce poste est de quantifier les émissions indirectes de GES engendrées lors de l'acheminement des matériaux depuis le fournisseur jusqu'à leur mise en place sur leur site d'utilisation. L'importance de ce poste réside dans le fait que l'activité de construction repose sur l'utilisation des matériaux et par conséquent leur transport.

1.2.1 Quantité des matériaux

La première étape pour chaque activité ferroviaire, fut la vérification de l'inventaire des matériaux nécessaires aux différentes phases d'activité présentées dans les tableaux. J'ai ensuite déterminé les quantités de matériaux utilisées en tonnes sur les semestres d'activité de la catégorie de construction en question (caténaire, ballast, …). Ces quantités ont été obtenues via le dialogue avec les différents responsables d'activités qui sont chargés de la commande des différents matériaux.

Pour l'activité caténaire, du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2014 les quantités des matériaux nécessaires sont les suivantes : 384 tonnes de fils de contact ; 358.4 tonnes de porteurs ; 4 tonnes de câbles de terre ; 212 tonnes de CDPA ; 4000 tonnes de poteaux ; 409.6 tonnes de contres poids et 10 tonnes de boulonneries (Tableau 1).

Tableau 1 : Quantités de matériaux nécessaires à l'activité caténaire du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S2 2014 : Semestre 2 2014.

	Produits	Composition (matériau, % si plusieurs matériaux)	Longueur (m) du S2 2013 au S2 2014	Quantité (tonnes) du S2 2013 au S2 2014	Nombre total du S2 2013 au S2 2014	Longueur théorique de caténaire (câble tout compris)
Eléments de la caténaire (du S2 2013 au S2 2014)	Fil de contact (fin S1 2014)	cuivre	226 000	384	256 bobines	LGV + raccordements + distinction des deux sens : 210 km
	Porteur	bronze	226 000	358,4	256 bobines	
	Câble de terre	cuivre	8000	4	4 bobines	
	CDPA	90% aluminium ; 10% acier	212 000	212	212 bobines	
	Poteau (fin S1 2014)	Acier	5000 poteaux	4000	5000 contrepoids	
	Contrepoids	fonte	/	409,6	1024 blocs	
	Boulonnerie	acier galvanisé	/	10	100 000 boulons	

Pour l'activité pose de traverses du 2ème semestre 2013 au 1er semestre 2014 les quantités des matériaux nécessaires sont les suivantes : 98600 tonnes de monoblocs ; 544 tonnes de patins ; 1360 tonnes de Fastclips et 34 tonnes de semelles (Tableau 2).

Pour l'activité pose d'appareils de voie du 2ème semestre 2013 au 1er semestre 2015 les quantités des matériaux nécessaires sont les suivantes : 1726.5 tonnes de traverses ; 1881.6 tonnes de rails et 44.1 tonnes de gardes ballast (Tableau 3).

Pour l'activité pose de rails du 2ème semestre 2013 à août 2014 les quantités des matériaux nécessaires sont les suivantes : 16 tonnes de coupons de rail élémentaire ; 540 tonnes de rails de sécurité ; 26373.12 de rails 60-E1 et 3003 kits de soudure (Tableau 4).

Pour l'activité ballastage du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2014 la quantité de ballast nécessaire est la suivante : 1830400 tonnes (Tableau 5).

1.2.2 Fret des matériaux

Il est ensuite nécessaire de tenir compte du transport de ces matériaux, depuis le fournisseur jusqu'au site de stockage, puis du site de stockage jusqu'au lieu d'utilisation sur le chantier. Seul le fret depuis le dernier fournisseur a été pris en compte pour le Bilan Carbone. En effet, il est difficile de connaître la provenance exacte de tous les produits, ainsi que les modes de transports utilisés à chaque étape. Le transport des matériaux s'effectue soit par la route via les camions, soit par les rails via les trains. Pour ce poste de transport des matériaux, les émissions de GES sont calculées sur la base des kilomètres et de la consommation de combustible affectés au fret par route et par rail.

J'ai donc dû réunir les informations concernant le kilométrage parcouru et la consommation qui en découle. En règle générale, le kilométrage fut assez facile à obtenir compte tenu du fait que je ne me suis intéressée qu'au dernier fournisseur. Ce kilométrage correspond aux aller-retours effectués lors des différents semestres d'activités. En ce qui concerne les consommations du fret routier (consommation des camions), celles-ci ont été estimées en partant du principe qu'un poids lourd consomme 40 litres de gasoil pour 100 kilomètres parcourus, et se sont vues attribuer un code couleur spécifiant leur estimation. Ce code couleur additionné de sa description a été reporté dans la page « Légende » des tableaux récapitulatifs. Cependant, je n'ai pas pu réaliser ce même type d'estimation pour les consommations des trains fournisseurs car la consommation d'une locomotive dépend fortement du nombre de wagons et de leurs charges, informations dont je ne disposais pas.

Les données concernant le kilométrage parcouru et la consommation qui découlent de l'acheminement des matériaux de l'activité caténaire (Tableau 6), pose de traverse (Tableau 7), pose d'appareils de voie (Tableau 8), pose de rails (Tableau 9) et ballastage (Tableau 10) sont présentées

Tableau 2 : Quantités de matériaux nécessaires à l'activité pose de traverse du 2ème semestre 2013 au 1er semestre 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2014 : Semestre 1 2014.

	Produit	Type de produit	Composition (matériau, % si plusieurs matériaux)	Longueur (m)/traverse	Quantité (tonnes)	Nombre théorique de traverses (entièrement montées)
Eléments de la traverse (du S2 2013 au S1 2014)	**Traverse**	Monobloc	Béton 95%	2,41	98600 Tonnes pour l'ensemble des traverses	340000
			Acier 5%			
			Fonte	/	/	
			Bois	/	/	
		Patin (2 Patins/traverse)	polyuréthane	0,8	544000 tonnes pour l'ensemble des traverses	
	Attaches	Fastclip	Acier 95 %	/	1360 tonnes pour l'ensemble des traverses	
			Plastique 5%			
		Semelle	Caoutchouc	0,15	34 tonnes pour l'ensemble des traverses	

Tableau 3 : Quantités de matériaux nécessaires à l'activité pose d'appareil de voie du 2ème semestre 2013 au 1er semestre 2015. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2015 : Semestre 1 2015.

	Type d'appareil / éléments	Type de produit / référence	Composition (matériau, % si plusieurs matériaux)	Longueur (m)	Quantité (tonnes) Total	Nombre théorique d'appareils de voie
Eléments des appareils de voies (du S2 2013 au S1 2015)	Plancher (traverses)	213 références différentes	90 % béton - 10% ferraillage	de 2,42 à 3 mètres/traverse	1726,5	51
	Rail	4 types selon les parties suivantes: aiguillage, intermédiaire, cœur et sortie	acier	640m (4*160) par appareil	1881,6	
	Eléments béton (muret)	/	/	/	/	
	Eléments béton (garde-ballast)	/	90% béton - 10% ferraillage	2x4, 50 m /appareil	44,1	

Tableau 4 : Quantités de matériaux nécessaires à l'activité pose de rail du 2ème semestre 2013 à août 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013.

	Type de rail / élément	Composition (matériau, % si plusieurs matériaux)	Longueur (m)	Quantité (tonnes)	Longueur théorique de rail
Eléments des rails (du S2 2013 à août 2014)	PPVH	/	/	/	/
	Rame LRS	/	/	/	
	Coupon rail élémentaire	Acier	18	16 (qui comprennent coupon de rail élémentaire + 50-E6)	
	Rail de sécurité	Acier	18	540	
	60-E1	Acier	404	26373,12	
	55-E2	/	/	/	
	50-E6	Acier	36	/	
	50-E6		108	/	
	Kit Soudure	/	/	3003 kits	

Tableau 5 : Quantités de matériaux nécessaires à l'activité ballastage du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S2 2014 : Semestre 2 2014.

	Matériau	Longueur (m) du train de ballast	Gabarit ballast (mm)	Quantité théorique de ballast (tonnes) pour l'ensemble du projet
Ballast (du S2 2013 au S2 2014)	Ballast	350	55-65	1830400

Tableau 6 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la livraison et de l'acheminement des éléments de la caténaire du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S2 2014 : Semestre 2 2014. Code couleur bleu : valeurs moyennées en partant d'une consommation de 40 Litres pour 100 km.

		Livraison et acheminement des éléments											
		Usine (= Fournisseur) → Parc Matériel						Parc matériel / Base travaux → Chantier					
		Camion						Camion					
	Produits	km parcourus (aller-retour) S2 2013	km parcourus (aller-retour) S1 2014	km parcourus (aller-retour) S2 2014	Consommation carburant (aller-retour) S2 2013	Consommation carburant (aller-retour) S1 2014	Consommation carburant (aller-retour) S2 2014	km parcourus (aller-retour) S2 2013	km parcourus (aller-retour) S1 2014	km parcourus (aller-retour) S2 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2013	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S1 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2014
Eléments de la caténaire	Fil de contact (fin S1 2014)	2016	2016	/	806,4	806,4	/	11520	11520	/	4608	4608	/
	Porteur	2016	2016	2016	806,4	806,4	806,4	11520	11520	11520	4608	4608	4608
	Cable de terre	1318	1318	/	527,2	527,2	/	11520	11520	/	4608	4608	/
	CDPA	7848	7848	7848	3139,2	3139,2	3139,2	11520	11520	11520	4608	4608	4608
	Poteau (fin S1 2014)	6912	6912	/	2764,8	2764,8	/	11520	11520	/	4608	4608	/
	Contrepoids	6324	6324	6324	2529,6	2529,6	2529,6	11520	11520	11520	4608	4608	4608
	Boulonnerie	1054 (un seul acheminement de boulonnerie pour l'ensemble du projet)			527 (un seul acheminement de boulonnerie pour l'ensemble du projet)			11520	11520	11520	4608	4608	4608

Tableau 7 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la livraison et de l'acheminement des traverses du 2ème semestre 2013 au 1er semestre 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2014 : Semestre 1 2014. Code couleur bleu : valeurs moyennées en partant d'une consommation de 40 Litres pour 100 km.

<table>
<tr><th rowspan="4">Eléments de la traverse</th><th rowspan="4">Produit</th><th colspan="4">Livraison et acheminement des éléments</th></tr>
<tr><th colspan="4">Usine/fournisseur → Chantier</th></tr>
<tr><th colspan="4">Camions</th></tr>
<tr><th>km parcourus (aller-retour) S2 2013</th><th>km parcourus (aller-retour) S1 2014</th><th>Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2013</th><th>Consommation de carburant (L) (aller-retour) S1 2014</th></tr>
<tr><td rowspan="2">Eléments de la traverse</td><td>Traverse</td><td rowspan="2">475200</td><td rowspan="2">475200</td><td rowspan="2">190080</td><td rowspan="2">190080</td></tr>
<tr><td>Attaches</td></tr>
</table>

Tableau 8 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la livraison et de l'acheminement des éléments des appareils de voies du 2ème semestre 2013 au 1er semestre 2015. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2015 : Semestre 1 2015. Code couleur bleu : valeurs moyennées en partant d'une consommation de 40 Litres pour 100 km, code couleur kaki : informations non obtenues.

	Type d'appareil / éléments	Usine/Fournisseur → Parc matériel/BTX										Parc matériel/BTX → Chantier		Fournisseur → Chantier							
		Camion		Train (diésel) (2 locos)								Train (diésel)		Camion de réapprovisionnement							
		km parcourus (aller-retour) S2 2013	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2013	km parcourus S2 2013	km parcourus S1 2014	km parcourus S2 2014	km parcourus S1 2015	Consommation de carburant (L)S2 2013	Consommation de carburant (L) S1 2014	Consommation de carburant (L) S2 2014	Consommation de carburant (L) S1 2015	km parcourus	Consommation de carburant (L)	km parcourus (aller-retour) S2 2013	km parcourus (aller-retour) S1 2014	km parcourus (aller-retour) S2 2014	km parcourus (aller-retour) S1 2015	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2013	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S1 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S1 2015
Eléments des appareils de voies	Plancher (traverses)	/	/	5724	5724	5724	5724	/	/	/	/	/	/	270	270	270	270	108	108	108	108
		/	/																		
		/	/																		
		/	/																		
	Rail	/	/									/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/											/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/											/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/											/	/	/	/	/	/	/	/
	Elements béton (muret)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Elements béton (garde-ballast)	12002	4800,8	/	/	/	/	/	/	/	/			/	/	/	/	/	/	/	/
														/	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 9 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la livraison et de l'acheminement des éléments des rails du 2ème semestre 2013 à août 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2014 : Semestre 1 2014. Code couleur bleu : valeurs moyennées en partant d'une consommation de 40 Litres pour 100 km, code couleur kaki : informations non obtenues.

		Usine/Fournisseur → Parc matériel / Btx										
		Camion							Train (diésel)			
	Type de rail / élément	km parcourus	km parcourus (aller-retour) S2 2013	km parcourus (aller-retour) S1 2014	km parcourus (aller-retour) juillet-aout 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2013	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S1 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) juillet-aout 2014	km parcourus S2 (aller-retour)2013	km parcourus (aller-retour)S1 2014	km parcourus (aller-retour) Juillet-Aout 2014	Consommation de carburant (L)
Eléments des rails	PPVH	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Rame LRS	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Coupon rail élémentaire	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Rail de sécurité	/	4550	4550	1516,7	1820	1820	606,68	/	/	/	/
	60-E1	/	/	/	/	/	/	/	5364	5364	5364	/
	55-E2	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	50-E6	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
		/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
	Kit Soudure	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/

Tableau 10 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la livraison et de l'acheminement du ballast du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S2 2014 : Semestre 2 2014. Code couleur rose : valeurs à compléter au fil des semestres, code couleur kaki : informations non obtenues.

Ballast	Matériau	Livraison et acheminement des éléments (hors béton)												
		Usine / fournisseur -> GC5						GC5 -> Chantier						
		Camion		Train (diésel)				Train (diésel)						
		km parcourus	Consommation de carburant (L)	km parcourus (aller-retour) S2 2013	km parcourus (aller-retour) S1 2014	km parcourus (aller-retour) S2 2014	Consommation de carburant (L)	km parcourus (aller-retour) S2 2013 pour les 2 trains de ballast	km parcourus (aller-retour) S1 2014 pour les 2 trains de ballast	km parcourus (aller-retour) S2 2014 pour les 2 trains de ballast	km parcourus (aller-retour) S1 2015 pour les 2 trains de ballast	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2013 pour les 2 trains de ballast	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S1 2014 pour les 2 trains de ballast	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2014 pour les 2 trains de ballast
	Ballast	/	/	19520	29280	29280	/	48000	48000	48000	48000	44755,9	19299,903	

au sein des différents tableaux cités. Les semestres pris en comptent sont identifiés dans les tableaux.

1.2.3 Mise en place des matériaux

Les émissions attenantes à ce poste sont calculées sur la base de la distance parcourue et de la consommation en combustible. La mise en place des différents équipements ferroviaires nécessitent l'intervention de divers engins de chantier listés dans chaque tableaux et ce, pour chaque activité. Idem que pour le fret des matériaux, ma recherche sur les données d'activités s'est donc basée sur le kilométrage parcouru et la consommation associée. Le kilométrage correspond aux aller-retours effectués lors des différents semestres d'activités. Les déplacements des agents associés à la mise en place des matériaux n'ont pas été pris en compte car ces derniers sont intraçables et minoritaires dans l'émission de GES. Il n'existe aucun moyen de savoir le nombre de kilomètres exact parcourus pour les différents engins de chantier. De ce fait, j'ai donc été obligé de moyenner ces valeurs en me basant sur les estimations des différents responsables d'activités. Ces données moyennés se sont vues attribuées un code couleur dans l'ensemble des tableaux fournis à Ecoact, qui est reporté dans la page « Légende » de l'outil.

En ce qui concerne la quantification de la consommation de combustible, cela se base sur la quantification des litres débités lors des pleins des engins. Le plein des engins de chantier peut se réaliser de 2 façons :

- ✓ En ligne : un camion-citerne approvisionne directement sur le chantier les engins
- ✓ A la base travaux situé à Réding : les engins font le plein via une cuve de gasoil.

Dans le premier cas, il n'existe aucune traçabilité des différents pleins effectués le long de la ligne en construction. On ne peut donc pas savoir le nombre de litres délivrés pour les différents engins. Dans le second cas, lorsqu'un plein est réalisé à partir de la cuve celui-ci est automatiquement enregistré au niveau informatique via un système de jeton (chaque machine possède un numéro de jeton), ce qui permet la traçabilité ainsi que le suivi de la consommation des engins de chantier. La consommation que j'ai donc calculé pour les différents engins de chantier ne tiens donc compte que des pleins réalisé à la base travaux et non des pleins dit en ligne.

Les données concernant le kilométrage parcouru et la consommation qui découlent de la mise en place des matériaux de l'activité caténaire (Tableau 11), pose de traverse (Tableau 12), pose d'appareils de voie (Tableau 13), pose de rails (Tableau 14) et ballastage (Tableau 15) sont présentées au sein des différents tableaux cités. Les semestres pris en comptent sont identifiés dans les tableaux.

Tableau 11 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la mise en place des matériaux nécessaires à l'activité caténaire du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2014. S2 2013 : 8 bis
Semestre 2 2013 ; S2 2014 : Semestre 2 2014. Code couleur bleu : valeurs moyennées en partant d'une consommation de 40 Litres pour 100 km.

		Type d'engin	km parcourus (aller-retour) S2 2013	km parcourus (aller-retour) S1 2014	km parcourus (aller-retour) S2 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2013	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S1 2014	Consommation de carburant (L) (aller-retour) S2 2014
Caténaire	**Mise en place**	Train dérouleur	15360	15360	15360	6144	6144	6144
		LAMA - ELAN	15360	15360	15360	6144	6144	6144
		Camions (2x19t ; 1x30t)	15360	15360	15360	6144	6144	6144
		Pelle rail-route	15360	15360	15360	6144	6144	6144
		Nasselle	15360	15360	15360	6144	6144	6144
		Groupe electrogène	/	/	/	/	/	/

Tableau 12 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la mise en place des matériaux nécessaires à la pose des traverses du 2ème semestre 2013 au 1er semestre 2014. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2014 : Semestre 1 2014. Code couleur bleu : valeurs moyennées en partant d'une consommation de 40 Litres pour 100 km ; code couleur kaki : informations non obtenues.

		Type d'engin	km parcourus S2 2013	km parcourus S1 2014	Consommation de carburant (L) S2 2013	Consommation de carburant (L) S1 2014
Traverses	**Mise en place**	Pondeuse x1	216	216	/	/
		Pelle à chenille x1	216	216	3810	4996
		Camion gravillon x1	2880	2880	1152	1152
		Camion émulsion x1	1080	1080	432	432

Tableau 13 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la mise en place des matériaux nécessaires à la pose des appareils de voie du 2[ème] semestre 2013 au 1[er] semestre 2015. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2015 : Semestre 1 2015.

		Type d'engin	km parcourus S2 2013	km parcourus S1 2014	km parcourus S2 2014	km parcourus S1 2015	Consommation de carburant (L) S2 2013	Consommation de carburant (L) S1 2014	Consommation de carburant (L) S2 2014	Consommation de carburant (L) S1 2015
Appareil de voie	**Mise en place**	DGS 82 BG (bigrue)	56	1484	632	52	3625,04	6343,82	3927,13	906,25
		Pelle rail-route UNAC 315	56	1484	632	52	7200	7200	7200	7200
		Pelle rail-route DAEWOO 140	56	1484	632	52	7200	7200	7200	7200
		Chargeur AS20	56	1484	632	52	24000	42000	26000	6000
		Portique de pose (x4)	56	1484	632	52	600	600	600	600
		camion pour transfert sur voie	200	500	300	100	100	250	150	50

Tableau 14 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la mise en place des matériaux nécessaires à la pose des appareils de voie du 2[ème] semestre 2013 au 1[er] semestre 2015. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S1 2015 : Semestre 1 2015.

		Type de mise en œuvre	Type d'engin	km parcourus S2 2013	km parcourus S1 2014	km parcourus Juillet-Aout 2014	Consommation de carburant (L) S2 2013	Consommation de carburant (L) S1 2014	Consommation de carburant (L) Juillet-Aout 2014
Rail	**Mise en place**	Pose	Wagon pousseur x1	178,5	153	51	2757	4485	
			Locomotive x3	178,5	153	51	48798,75	21617,76	16266,25
			PPVH x1	/	8	/	/	/	/
			locomotive x2	/	8	/	32532,5	14411,84	10844,2
			wagon TPM18 x1	/	8	/	/	/	/
		Libération / incorporation	Groupe électrogène	/	/	/	/	/	/
			CLAM x3	1200	1200	400	/	/	/
		Finition	Train finition (loco x2)	178,5	153	51	32532,5	14411,84	10844,2

Tableau 15 : Kilomètres parcourus et consommation de carburant résultant de la mise en place des matériaux nécessaires au ballastage du 2ème semestre 2013 au 2ème semestre 2015. S2 2013 : Semestre 2 2013 ; S2 2015 : Semestre 2 2015. Code couleur rose : valeurs à compléter au fil des semestres, code couleur kaki : informations non obtenues.

		Type de mise en œuvre	Type d'engin	km parcourus S2 2013	km parcourus S1 2014	km parcourus S2 2014	km parcourus S1 2015	km parcourus S2 2015	Consommation de carburant (L) S2 2013	Consommation de carburant (L) S1 2014	Consommation de carburant (L) S2 2014	Consommation de carburant (L) S1 2015	Consommation de carburant (L) S2 2015
Ballast	**Stockage et mise en place**	Dépôt sur voie	Auto-ballasteur (wagon) 16 à 22/train	19200	28800	28800	/	/	/	/	/	/	/
		Relevage	Bourreuse (x4)	4800 (pour 1 bourreuse)	7200 (pour 1 bourreuse)	7200 (pour 1 bourreuse)	/	/	14902 (pour 4 bourreuses)	15500 (pour 5 bourreuses)			/
			Régaleuse (x4)	4800 (pour 1 régaleuse)	7200 (pour 1 régaleuse)	7200 (pour 1 régaleuse)	/	/	8589 (pour 2 rég)	19451 (pour 4 rég)			/
			Stabilisation	4800	7200	7200	/	/	3252	4046			/
			Mauzin (S2 2015)	/	/	/	/	630	/	/	/	/	
			Train meleur (S2 2015)	/	/	/	/	1500	/	/	/	/	

1.3 Consommation d'énergies

L'objectif est de quantifier les émissions de GES liées aux consommations de combustibles et d'électricité par des sources appartenant à l'Entité.

1.3.1 Consommation de carburant

Dans le domaine des travaux ferroviaires, l'activité d'engins de chantier et de véhicules de transport est primordiale. Le fonctionnement de ce matériel nécessite la consommation de combustible, qui constitue la principale source d'émission de GES.

Le calcul des émissions s'effectue directement à partir des consommations en combustible. Le combustible retenu est le gazole (unité : Litres).

En ce qui concerne la consommation des engins de chantier, les données ont déjà été présentées dans la partie « mise en place des matériaux » (Tableaux 11 à 15).

Pour la consommation des véhicules de fonction, mon approche de collecte des données à débuter par le rassemblement des factures des cartes « Total », à partir desquelles j'ai pu calculer la quantité totale de carburant consommé pour l'année 2013 qui est de 43775.61 Litres (Tableau 16).

Pour la consommation des véhicules personnels, il n'existe aucune traçabilité permettant le calcul de de celle-ci. L'estimation n'est pas possible dans ce cas, car celle-ci aurait mené à une incertitude trop importante.

1.3.2 Consommation d'électricité

L'électricité est une source d'énergie utilisée dans les bâtiments via l'éclairage, le chauffage ou encore le fonctionnement de l'équipement informatique par exemple, mais aussi pour le fonctionnement des groupes électrogènes utilisés sur le chantier.

Pour évaluer ces émissions, il est nécessaire de connaître la quantité d'énergie en kWh (kilowatt). Pour évaluer ces quantités j'ai donc du rechercher, rassembler, puis consulter les factures afin de comptabiliser ces données. La consommation d'électricité est quant à elle de 289057 kWh pour l'année 2014 et de 237055 kWh de janvier 2014 à avril 2014 (Tableau 16).

Au niveau des activités ferroviaires (tableaux : Caténaire, Traverses, Appareils de voie, Ballast), la consommation des groupes électrogènes attenants à chaque activité m'a été impossible à collecter.

1.4 Locaux administratifs et logistiques

L'objectif de ce poste est de quantifier les émissions indirectes de GES liées à l'immobilisation de biens durables utilisées par l'Entité. La nature de ce poste se compose des bâtiments de bureaux (fixes ou temporaires), du matériel bureautique et des véhicules de fonction utilisés par l'Entité. Seules les données de superficies et de distance d'évacuation intègreront l'ensemble des bâtiments présents sur la base vie. Pour les autres données, seuls les bureaux d'ETF et de Setec sont pris en comptes au sein de la base vie.

1.4.1 Matériel bureautique

Ce poste regroupe l'ensemble des équipements composant le parc informatique. J'ai donc recensé l'ensemble du nombre d'ordinateurs, de téléphones fixes, d'imprimantes et de traceurs (imprimante qui permet d'imprimer des plans) toujours pour les bureaux d'ETF et SETEC. J'en suis arrivée aux valeurs suivantes : 53 ordinateurs ; 130 téléphones ; 5 imprimantes ; 1 traceur (Tableau 16).

1.4.2 Consommation de papier

Ce poste prend en compte tous les achats de papier de la base vie (ETF et SETEC). Dans la mesure où j'ai obtenu les données sous forme d'un nombre de ramette de papier commandé, j'ai pu obtenir sans incertitude significative le poids de papier consommé sur les semestres pris en compte depuis la mise en place de ces bureaux. Au total, la consommation de papier par an est de 16,3 tonnes (Tableau 16).

1.4.3 Les locaux

Le calcul des émissions liées à l'utilisation des bâtiments est réalisé sur la base des superficies exprimées en m^2, de la durée d'utilisation exprimée en mois ainsi que sur la consommation d'eau et d'électricité exprimée respectivement en m^3 et en KWh. La première étape a été de réalisé l'inventaire des bâtiments utilisés au niveau de la base vie. Les matériaux de construction de ces bâtiments n'ont pas pu être renseigné (la demande d'information au fournisseur n'a pas aboutie). J'ai ensuite calculé via les plans d'installations, la surface en m^2 des différents ensembles d'installations. J'ai collecté ces données par types de site qui sont : la base vie qui comprend les bureaux ETF-Systra-Setec, le parking, les vestiaires, l'intégrateur, le réfectoire et le spie ; la base travaux qui comprend les bâtiments et les voies de garages des engins ; la base militaire. La superficie totale de la base vie est de 5885 m^2 et de 37570 m^2 pour la base travaux. La base militaire a quant à elle une surface de 100 000 m^2 (soit 10 hectars) (Tableau 17).

Tableau 16 : Consommations de la base vie et déplacement du personnel

Papier	Papier (tonnes/an)	16,34
	% de papier recyclé	/
Eau et Energie	Eau (L/Semestre 2 2013)	250000
	Eau (L/Semestre 1 2014)	217000
	Electricité (kWh/année 2013)	289057
	Electricité (kWh/de janvier 2014 à avril 2014)	237055
	Gaz (kWh/an)	/
Matériel bureautique	Nombre d'ordinateurs	53
	Nombre de téléphones	130
	Nombre d'imprimantes	5
	Traceur	1
Déplacement du personnel (professionnels et domicile / travail avec véhicules de fonction)	Nombre de véhicules utilisés	66
	Puissance fiscale moyenne	9
	Distance moyenne parcourue par véhicule par an (km/véhicule/an)	25528,6
	Consommation totale de carburant (L)	43775,61 (pour 2013)

Tableau 17 : Superficie, durée de vie des bâtiments et distance d'évacuation des ensembles base travaux, base vie et GC5.

		Durée de vie totale du bâtiment (mois)	Surface (SHON) (m2)	Distance d'évacuation (Km aller-retour)
Base travaux		/	37570	/
Base vie	ETF	40	5885	1876
	Systra	43		1876
	Setec	41		1876
	Réfectoire	40		1876
	Vestiaires	40		136
	Intégrateur	/		/
	Spie	35		122
GC5 / base militaire		56	10 000	/

L'ensemble des locaux administratifs sont ce que l'on appelle des « algecos » qui sont des modules couramment utilisés comme bureaux, locaux techniques temporaires. Ces derniers seront évacués à la fin du projet et de ce fait la distance d'évacuation est également une donnée à prendre en compte. Cette dernière a été calculée via la distance en kilomètres entre le fournisseur et le site de la base vie. La distance d'évacuation des algecos d'ETF, Systra, Setec et du réfectoire est de 1876 kilomètres aller-retour, celle des algecos formant les vestiaires est de 136 kilomètres aller-retour et de 122 pour le Spie. Les données concernant l'intégrateur n'ont pas été obtenues (Tableau 17).

La consommation en eau de la base vie obtenue via les factures est de : 250 000 litres pour le 2ème semestre 2013 et de 217 000 pour le 1er semestre 2014 (Tableau 17).

La consommation en électricité de la base vie obtenue via les factures est de : 289 057 KWh pour le 2ème semestre 2013 et de 237 055 KWh de janvier 2014 à avril 2014 (Tableau 17).

1.5 Déplacement du personnel

L'objectif de ce poste est de quantifier les émissions indirectes de GES liées au transport du personnel lors des déplacements réalisés avec des véhicules appartenant à l'Entité (véhicule de fonction) ou des véhicules personnels. Les déplacements des salariés sont généralement responsables d'une partie non négligeable des émissions de GES des entreprises. Ceci est encore moins négligeable dans le cas du Bilan carbone « LGV Est européenne – 2ème phase ». En effet, la majorité des salariés rattachée à ce projet ne sont pas domiciliés aux alentours de celui-ci, et sont donc bénéficiaire d'IGD (Indemnité de Grand Déplacement). De ce fait, ils sont généralement obligés de loger sur place et de parcourir de nombreux kilomètres pour regagner leur domicile le weekend. Nous nous intéresserons uniquement à ce dernier trajet. En effet, le nombre de kilomètres est largement supérieur et de ce fait l'impact en termes d'émissions de GES, ce qui rend négligeable le trajet entre leur logement sur place et Réding.

Les émissions de GES attenantes à ce poste sont basées sur les données suivantes :

- le nombre de véhicules de fonctions utilisés ainsi que leur puissance fiscale moyenne

- les déplacements domicile-travail de l'ensemble des salariés possédant une voiture de fonction via les kilomètres parcourus et la consommation totale de carburant de l'ensemble des véhicules de fonction

- les autres déplacements domicile-travail et weekend des salariés (hors voiture de fonction) via le les kilomètres parcourus.

Cependant, le projet « LGV Est européenne – 2ème phase » compte près de 400 salariés ce qui rend impossible la collecte de l'ensemble de ces données.

Le nombre de véhicule de fonction est de 66 avec une puissance fiscale moyenne de l'ordre de 9 chevaux (Tableau 16).

Pour le kilométrage des déplacements domicile-travail de ce Bilan Carbone, j'ai réalisé une moyenne des kilomètres parcourus aller-retour grâce au listing (anonyme) des kilométrages du personnel de la base vie, qui m'a été fourni par le service des ressources humaines. Ce listing présentait le nombre de kilomètres « aller » entre le domicile et la base vie situé à Réding. Ma première étape a donc été de multiplier par 2 chacune de ces valeurs afin d'obtenir le nombre de kilomètres aller-retour. La deuxième étape a été de définir combien de semaines par an un salarié effectué cet aller-retour domicile-travail. De manière générale, on considère en moyenne à 204 le nombre de jours de présence d'un salarié par an ce qui correspond à environ 29 semaines. J'ai donc multiplié par 29 les valeurs « aller-retour » afin d'obtenir le nombre de kilomètres parcourus sur un an pour chaque salarié. La dernière étape a consisté à réaliser la moyenne des kilomètres « aller-retour » parcourus pour un véhicule de fonction par an. J'ai obtenu la valeur de 25528.6 kilomètres par an et par véhicule de fonction (Tableau 16).

Les consommations lors des déplacements domicile-travail des salariés possédant une voiture de fonction ont été évaluées via les factures des cartes « Total ». Chaque voiture de fonction se voit attitrer une carte « Total » permettant de faire le plein de carburant et chaque carte a un numéro spécifique. J'ai pu donc via les factures de ces cartes, reporter et cumuler les différentes consommations ce qui m'a permis d'obtenir la valeur de 43775.61 litres sur l'année 2013 (Tableau 16).

Pour les déplacements des salariés ne possédant pas de véhicule de fonction, il est plus difficile voire impossible de collecter des données. Même des estimations n'ont pas été suffisantes pour déterminer ces données vu le nombre trop important de salarié. De ce fait, faute de données disponibles, ces déplacements ont donc été négligés pour ce Bilan Carbone.

1.6 Les déchets

L'objectif de ce poste est de quantifier les émissions indirectes de GES engendrées par l'élimination des déchets directement produits par l'Entité. Les émissions sont calculées sur la base des quantités mises en jeu exprimées en tonnes par type de déchets, et sur les données d'activités (kilomètres parcourus et consommation de carburant) des filières de traitement.

Première étape, réaliser l'inventaire des déchets produits ainsi de leurs filières de traitements.

Le projet « LGV Est européenne – 2ème phase » génère différents types de déchets qui sont : cartons, papier ; déchets ménagers ; DIB (Déchets Industriels banals) ; DIS (Déchets Industriels Souillés) ; Bombes aérosols ; Eau + hydrocarbures ; Batteries ; Déchets soudure ; Bois ; Métaux non ferreux.

Chaque type de déchets est collecté au sein d'une benne attribuée à ce type uniquement. Les bennes sont déployées sur différents sites en fonction des besoins (Base vie, BTX, GG5, parc caténaire). Le tonnage des différents déchets a été renseigné via les factures ainsi que grâce à un fichier informatique mise en place par le responsable environnement qui établit la traçabilité de tous les types de déchets en fonction de leur site de collecte. Les tonnages des différents déchets au cours des semestres sont présentés dans le tableau correspondant (Tableau 18).

Le devenir des déchets varie en fonction du type de ces derniers. C'est pourquoi on retrouve diverses filières de traitement (valorisation et enfouissement dans notre cas). De ce fait, le nombre de kilomètres entre le lieu de collecte et le lieu de traitement sera dépendant du type de déchet traité. Ces valeurs et les différentes filières de traitement sont présentées dans le tableau correspondant (Tableau 18).

2. Suivi des pollutions sur le projet « LGV Est européenne – 2ème phase »

Après chaque enregistrement d'une pollution via l'édition de ce que l'on appelle une fiche pollution, les informations la caractérisant sont directement reportées dans un fichier qui se nomme : « Répertoire d'enregistrement des fiches pollutions ». Ce répertoire renseigne sur diverses informations (numéro de fiche, date d'ouverture, niveau d'intervention, secteur, description de la pollution, origine, activité et catégorie d'engins en causes, date de clôture) et permet donc d'avoir une vision globale de l'ensemble des pollutions survenues depuis le début du projet. De plus, un code couleur permet de visualiser si la pollution est dite « ouverte » ou « fermée ».

2.1 Taux de clôture des fiches pollutions

Le répertoire permet de calculer le taux de clôture des fiches pollutions. Ce taux concède une vision de l'avancement du suivi des pollutions, et de ce fait est donc très important. En effet, il est garant de la mise en place d'une notion de traçabilité. Le taux de clôture exprimé en pourcentage correspond au nombre de pollutions clôturées par rapport au nombre de pollutions ouvertes depuis le début du chantier.

Le nombre total de pollutions depuis le début du projet au 31 juillet 2014 est de 102 (Figure 5). Sur la période du 31 juillet 2012 au 31 juillet 2014 le taux de clôture est de 43.14% soit 44 fiches clôturées (Figure 5). A travers ce graphique, on observe que ce taux diminue avec l'avancement du chantier.

Tableau 18 : Tonnage, consommation, et distance d'évacuation vers la filière de traitement des différents déchets générés par le projet. S2 2012 : semestre 2 2012 ; S1 2013 : semestre 1 2013 ; S2 2013 : semestre 2 2013 ; S1 2014 : semestre 1 2014. Code couleur bleu : valeurs moyennées en partant d'une consommation de 40 Litres pour 100 km.

	Lieu	Type de déchets	Volume (tonnes) S2 2012	Volume (tonnes) S1 2013	Volume (tonnes) S2 2013	Volume (tonnes) S1 2014	Moyen de Collecte	Filière de traitement	km parcourus entre BTX et filière de traitement (aller+retour)	Consommation de carburant (L)
Collecte des déchets	Base Vie	Papier	/	/	/	/	/	/	/	/
		Déchets ménagers	36,96	43,56	43,56		Camion benne	Enfouissement	20	8
		/	/	/	/	/	/	/	/	/
	BTX	Cartons / Papier	/	0,38	4,88	1,58	Camion benne	Valorisation	168	67,2
		Matériaux souillés	/	/		2,04	Camion benne	Enfouissement	708	283,2
		Bombes aérosols	/	/	0,175	0,469	Camion	Valorisation	275,4	110,16
		Eau+hydrocarbures (séparateur)	/	/	/	0,8	Camion		2,4	0,96
		Batteries	/	/	/	/	Camion		708	283,2
		Soudure	/	/	5,56	14,42	Camion benne	Enfouissement	20	8
		DIB	/	0,46	0,98	9,16	Camion benne	Enfouissement	20	8
		Bois en mélange	/	0,92	0,92	8,38	Camion benne	Valorisation après broyage	2	0,8
	Points relais le long de la LGV	Déchets ménagers	/	/	/	/	/	/	/	/
	GC5	DIB	/	1,3	2,96	0,76	Camion benne	Enfouissement	20	8
		Bombes aérosols	/	/	0,105	0	Camion benne	Valorisation	275,4	110,16
		Matériaux souillés	/	/	0,123	0	Camion benne	Enfouissement	708	283,2
		Déchets ménagers	/	/	16,5	0	Camion benne	Enfouissement	20	8
	Caténaire	Bois en mélange	/	/	6,96	0	Camion benne	Valorisation après broyage	2	0,8
		Cartons / Papier	/	/	5,84	5,94	Camion benne	Valorisation	168	67,2
		Métaux non ferreux	/	/	17,86	10,208	Camion benne	Valorisation	116	46,4
	Tunnel	DIB	/	/	/	0,92	Camion benne	Enfouissement	68	27,2

Or, ceci est tout à fait cohérant avec le fait que les activités de construction de la voie et des caténaires ont débutées lors du second semestre 2013 (en Août pour la grande majorité) augmentant donc considérablement le nombre d'engins en activités et de ce fait le nombre potentiel de source de pollution. Autre point à prendre en compte dans l'appréciation de ce taux de clôture c'est le facteur temps. En effet, se rendre sur les pollutions prend du temps sachant que le périmètre à couvrir correspond aux 106 km du tracé de la LN.

2.2 Evolution des pollutions au cours du projet

Ce graphique permet d'avoir une vision globale du suivi des pollutions survenues sur la période du 01 janvier 2013 au 31 juillet 2014. Le nombre total de pollutions sur cette même période est de 102 (Figure 5). En ce qui concerne le nombre de pollution mensuel, on remarque une augmentation de celui-ci à partir d'octobre 2014 avec la multiplication par un facteur 7. En effet, de janvier à septembre 2013 il ne survient qu'une voire aucune pollution par mois alors qu'en octobre nous en avons 7. Ceci est cohérent avec les débuts des activités de construction de la ligne qui ont débuté pour la majorité en août 2014. Deux pics sont atteints en mars et juillet 2014 avec 14 pollutions par mois. Pour les autres mois, ce nombre est compris entre 5 et 10 (Figure 6). Idéalement, l'objectif du nombre de pollutions mensuel est fixé à un. Cet indicateur mis en place par le responsable environnement du projet, n'est régit par aucun texte réglementaire mais permet de fixer une cible de taux de pollution mensuel. A partir d'octobre 2013 on remarque que le nombre réel de pollutions mensuel dépasse largement la cible ce qui coïncide encore une fois avec l'augmentation du taux d'activités de construction. De même, pour la courbe du nombre cumulé de pollutions réelles et théoriques, on remarque que celles-ci sont loin d'être superposables. En effet, il y a jusqu'à un facteur de 5.36 (en juillet 2014) de différences entre les valeurs des deux courbes ce qui transcrit bien le non-respect de l'objectif (Figure 6). Cet écart si important met en doute l'objectivité de l'indicateur proposé d'une unique pollution par mois pour un projet si important.

2.3 Répartition des pollutions en fonction de la catégorie d'origine

Dans l'optique de mettre en avant des leviers de réflexion quant aux actions visant à réduire les pollutions, on peut s'intéresser à la répartition en pourcentage des pollutions en fonction de leur origine. D'après le graphique sur la période du 31 juillet 2012 au 31 juillet 2014, on voit qu'avec 80%, ce sont les machines qui sont « responsables » de la majorité des pollutions (Figure 7). Vient ensuite les méthodes de travail employées avec 12%, suivit de la main d'œuvre (erreur humaine) avec 5% puis le milieu (par exemple les fortes chaleurs peuvent entrainer le débordement des réservoirs des engins via la dilatation du gazole) avec 3%. Cependant, ces résultats sont à nuancer. En effet, ces différentes catégories d'origines ne possèdent pas la même probabilité d'entrainer une pollution.

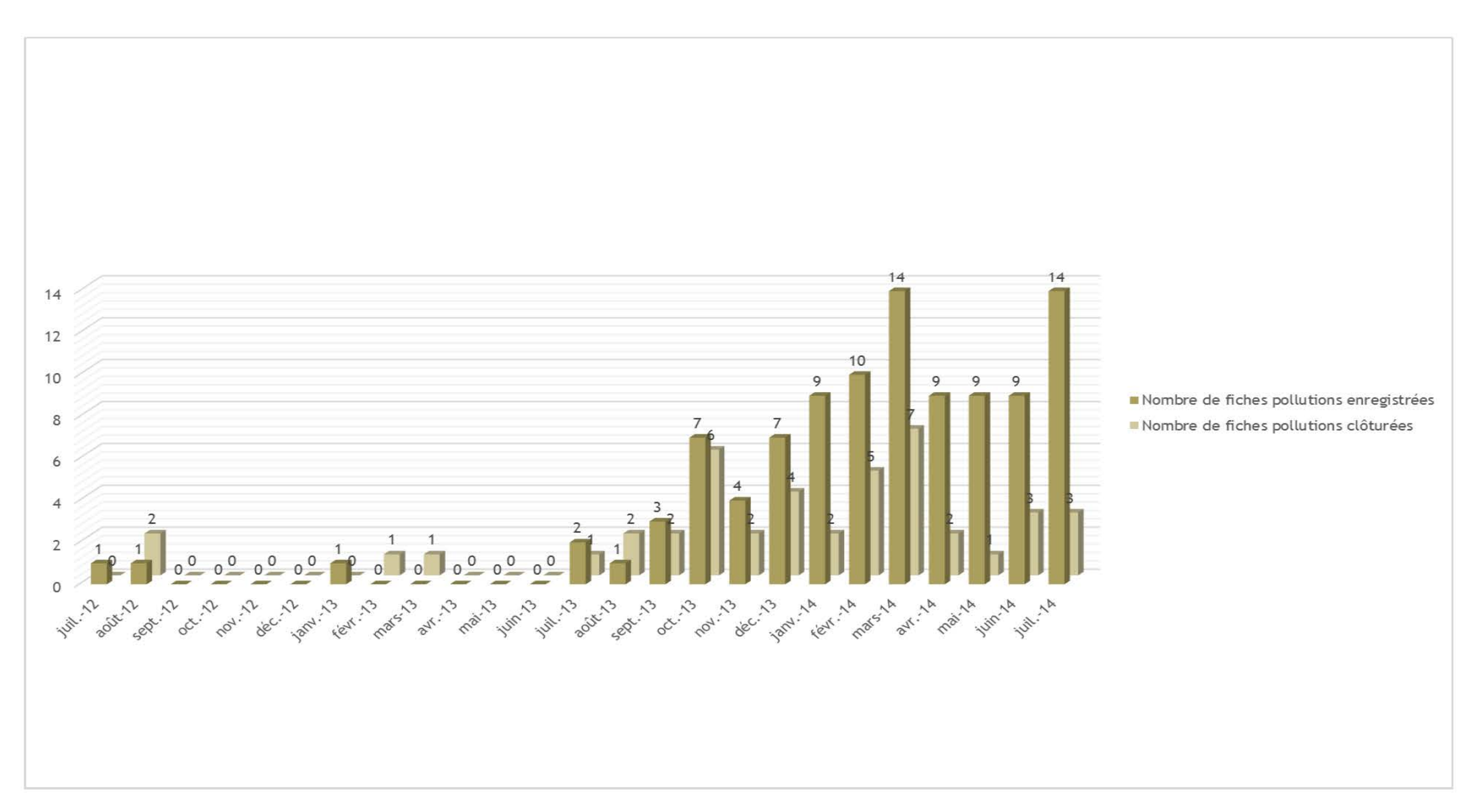


Figure 5 : Evolution du nombre de fiches pollutions enregistrées et clôturées en fonction du temps

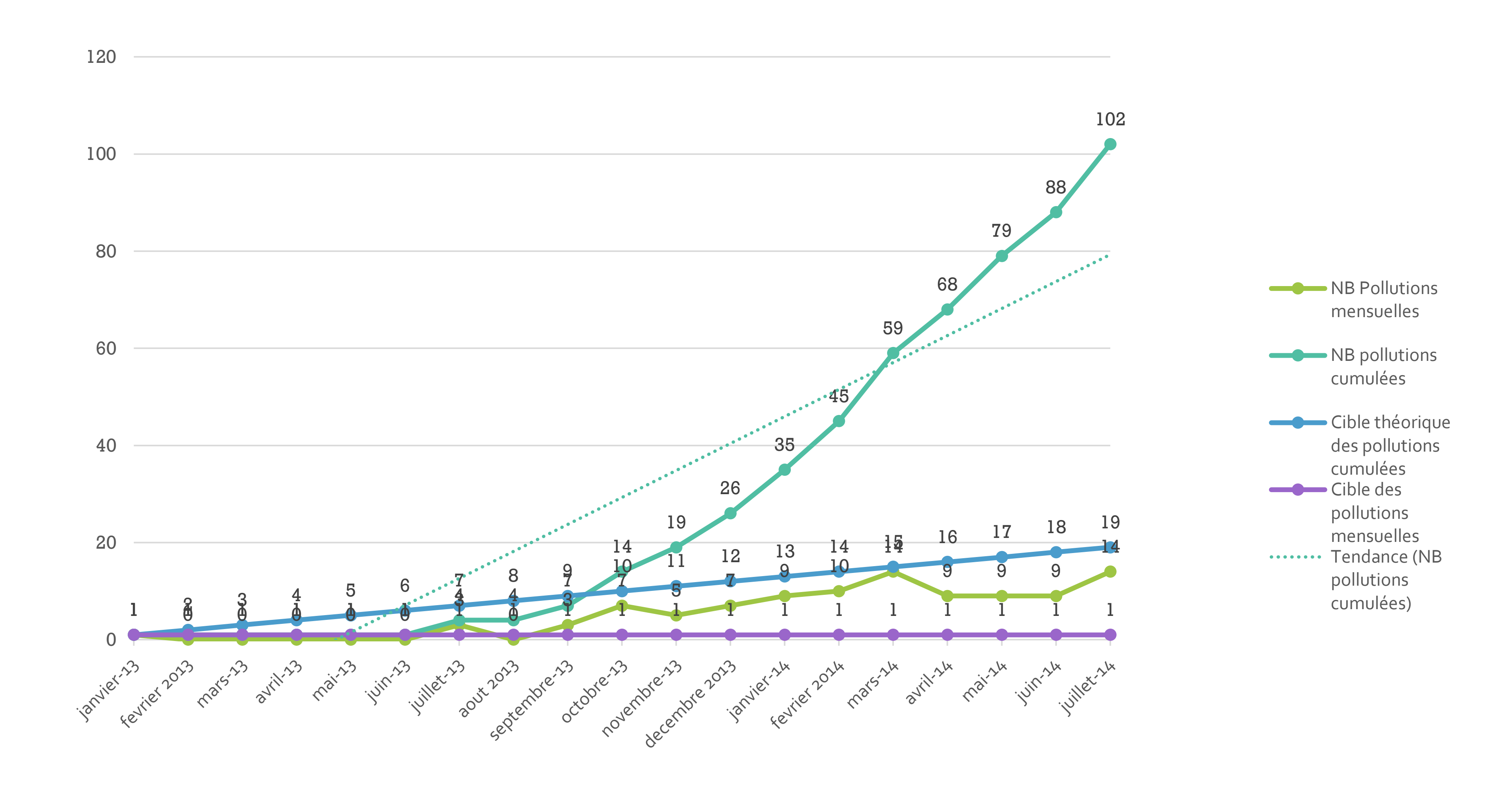


Figure 6 : Evolution des pollutions en fonction de l'avancement du projet sur la période du 01 janvier 2013 au 31 juillet 2014

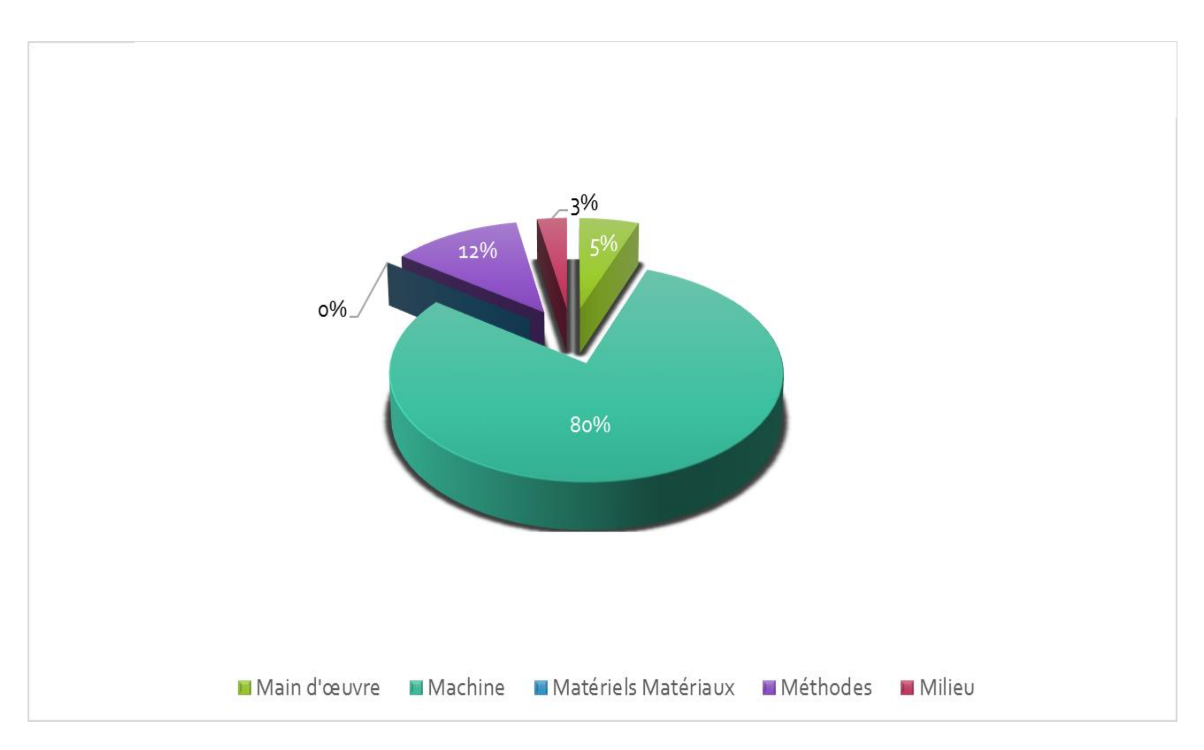


Figure 7 : Répartition des pollutions en fonction de leur origine sur la période du 31 Juillet 2012 au 31 Juillet 2014

Par exemple, une pollution à plus de chance de survenir via l'utilisation d'engins de chantier que lors d'une erreur humaine ou lors d'une forte chaleur. Malgré le fait que ces pourcentages de répartition des pollutions soient difficilement comparables, elles permettent d'en tirer une tendance et d'aiguiller la mise en place d'actions en aval. Dans ce cas, il serait bon d'orienter les actions de préventions vers les machines (réaliser un entretien plus régulier, rapprocher la vérification des flexibles..).

2.4 Répartition en fonction du type d'activité

Il est intéressant d'établir un outil permettant de visualiser la répartition des pollutions en fonction du type d'activité d'origine. En effet, il faut savoir exploiter au mieux les données dont on dispose afin d'en tirer des actions préventives ou correctrices. Cela est facilité par le répertoire d'enregistrement des fiches pollutions, qui permet de visualiser les types d'activités qui sont sources de cet évènement. D'après le graphique, on observe que sur la période du 31 Juillet 2012 au 31 Juillet 2014 ce sont les activités de bourrage et d'entretien et d'approvisionnement des engins qui sont les sources majoritaires de pollution avec tous deux un pourcentage de 21% (Figure 8). Vient ensuite l'activité de pose de voie et d'acheminement avec les pourcentages respectifs de 19% (Voie 1) et 10% (Voie 2) et 13%. Les travaux caténaires (routiers et ferroviaires), le ballastage et les activités du parc caténaire sont à l'origine d'une minorité de pollutions (environ 5 % et même 1% pour le parc caténaire). De tels résultats permettent d'orienter les actions d'informations environnementales comme les quarts d'heures environnement par exemple, à l'encontre des types d'activités sources de la majorité des pollutions. Cependant, ces résultats sont également à nuancer. En effet, il faut garder à l'esprit que le taux d'activité des engins de chantiers n'est pas une valeur constante. De plus, chaque type d'activité est constitué d'un nombre d'engins de natures différentes. Malgré le fait que ces pourcentages de répartition des pollutions soient difficilement comparables, elles permettent d'en tirer une tendance et d'aiguiller la mise en place d'actions en aval.

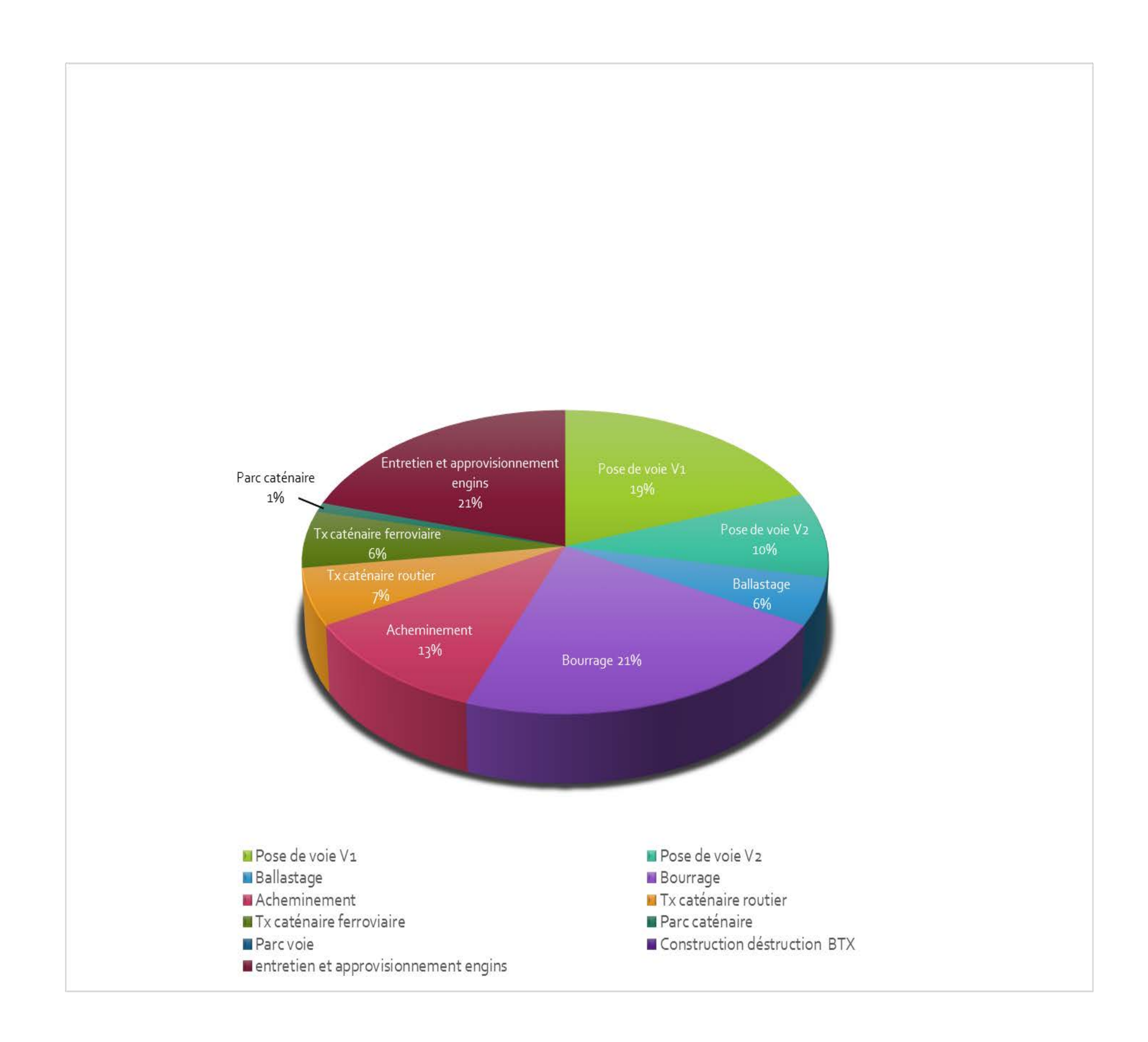


Figure 8 : Répartition des pollutions en fonction de leur type d'activité d'origine sur la période du 31 Juillet 2012 au 31 Juillet 2014

Discussion

Compte tenu des objectifs de réduction des émissions de GES, l'évaluation carbone du projet « LGV Est européenne – 2ème phase » a vocation à évaluer et hiérarchiser les différentes sources d'émissions de GES liées à la réalisation d'un projet. C'est un bilan global exprimé en équivalent CO_2 et réalisé sur un périmètre qui intègre les différentes phases du projet : la phase de conception, la phase de construction (phase lors de laquelle j'ai eu pour mission de collecter les données), ainsi que la phase d'exploitation et de maintenance. Ce bilan global qui est une véritable évaluation carbone a pour objectifs de donner les grands ordres de grandeurs sur les émissions et les économies de GES ; d'éclairer sur l'utilité carbone du projet et d'approcher « la rentabilité carbone du projet » ; d'identifier les axes d'amélioration permettant d'intégrer dans la conception des actions de maîtrise et de réduction des émissions de GES. Au final, nous pourrons savoir si le projet « LGV Est européenne – 2ème phase » présente un bilan carbone positif en d'autres termes si les réductions d'émissions permises dépassent les émissions générées par le projet.

1. Les zones d'ombres du bilan carbone

La méthode du bilan carbone permet d'évaluer, en ordre de grandeur, les émissions de GES engendrées par l'Entité considérée. La qualité du résultat dépend de la qualité des données entrantes : exhaustivité de l'inventaire des sources, précision des données d'activités.

Les limites du bilan carbone se situent principalement dans l'incertitude liée à la capacité à collecter des données de qualité pouvant impliquer certaines approximations. Des précautions importantes concernant la collecte d'informations sont donc à prendre en compte. La plus grosse difficulté réside dans la collecte de données précises, par exemple : comment collecter précisément le nombre de kilomètres parcourus entre le domicile et le travail de chaque employé d'une entreprise de 400 personnes ? Comment collecter précisément le nombre de kilomètres parcourus par les engins de chantier ? Comment savoir avec précision le type de véhicule qu'ils utilisent (récent ou ancien…etc) ? Nous voyons au travers de ces quelques exemples que la collecte de données est un point névralgique du bilan carbone et peut constituer une limite à son interprétation. La collecte des données qui est l'étape de base dans la démarche de calcul des émissions n'est pas assez encadrée. Se rendre compte de l'incertitude d'une donnée est une chose, mais savoir l'évaluer en est une autre. Quelles sont les limites de l'incertitude d'une donnée ? Comment juger de la cohérence de telle ou telle donnée ? Des questions qui laissent entrevoir le manque de lignes directrices et explicatives dans la réalisation de collecte. Par ailleurs, c'est une évaluation qui porte sur un critère environnemental unique : l'impact sur l'effet de serre. Il n'y a pas d'autres critères pris en compte comme par exemple les déchets, la pollution de l'eau ou de l'air, la pollution des sols, la biodiversité,

etc. Autre limite du bilan carbone est qu'il n'est pas possible de le comparer à un autre. En effet, un bilan carbone se réalise pour une structure donnée dans un périmètre bien défini (produit, site de production ou groupe entier…). Ainsi les différences d'échelle interdisent toute comparaison en raison de la variabilité des données d'entrée (données macro-économiques utilisées, conventions de calcul, prise en compte ou non d'émissions indirectes hors territoire…).

L'amélioration des méthodes de collectes des données serait donc un point à étudier, via par exemple l'élaboration d'un plan permettant de regrouper des notions, des règles dans la démarche de collecte des informations qui serviront au calcul des émissions de GES. De plus, l'amélioration de la qualité des données d'entrées pour les années suivantes passe par le suivi régulier des données d'activité, par exemple au travers de la tenue de registres.

2. Comment tirer bénéfice de son bilan carbone?

« Compter pour savoir, Savoir pour agir, Agir pour réduire ». Cette citation transcrit parfaitement l'esprit à avoir dans la démarche de réalisation d'un bilan carbone. Outre l'obligation législative, le bilan carbone permet d'établir un véritable plan d'action de réduction des GES si celui-ci est exploité de façon adéquate. Mais quelle est l'intérêt de réduire ses émissions de GES, à part le fait d'avoir bonne conscience et de se forger une image plus verte ? Qui dit réduction des émissions de GES dit réduction de ces coûts et donc bénéfice économique qui fait forcément écho auprès de tout industriel ou entrepreneur.

En ce qui concerne les pistes d'action, on peut par exemple mettre en place une démarche visant à optimiser les performances énergétiques en incluant une formation et une sensibilisation du personnel aux émissions de GES, ainsi que des fiches de bonnes pratiques environnementales par poste d'émission visant la réduction de ces dernières. Cependant, dans ce type de démarche il faut toujours garder à l'esprit que les actions proposées soient réalisables et cohérentes dans leurs mises en place sur le terrain.

3. Suivi des pollutions : quelles améliorations à apporter ?

Le pôle QSE (Qualité Sécurité Environnement) prend de plus en plus de place au sein des entreprises tous domaines confondus. La gestion de l'environnement tant à faire partie intégrante de l'ensemble des activités des entreprises. S'investir dans une démarche d'amélioration continue de son fonctionnement et de son organisation est souvent perçue comme contraignante pour certains, mais celle-ci apporte sur le long terme un véritable bénéfice à l'Entité en question. Dans cette démarche, ETF a pour objectif de gérer au mieux l'impact de son activité sur l'environnement ce qui passe par la prévention et le suivi des pollutions éventuelles. Gérer le suivi de ces dernières passes

par la notion de traçabilité. A l'heure actuelle tous doit être animé par cette notion quel que soit le domaine d'expertise. La mise en place des fiches pollutions, d'un répertoire d'enregistrement de ces fiches et de l'enregistrement de ces dernières sur le journal de chantier, transcrit ce souhait de transparence et de traçabilité.

Mais dans la démarche d'amélioration continue, quelles améliorations pourraient être apportées ?

Lors de mon stage, j'ai participé à l'élaboration d'un tableau de bord QSE (qui n'a pas encore été validé). Ce tableau de bord présente à partir des axes d'engagements d'ETF dans les trois domaines qualité, sécurité, environnement, les différentes actions menées ainsi que leurs objectifs opérationnels. Pour juger de la réalisation ou non de ces objectifs, des indicateurs ont été proposés avec pour chacun une cible chiffrée à atteindre. L'intérêt de ce tableau de bord est de réaliser un suivi mensuel de ces indicateurs, dans le but d'avoir une vision générale de la réalisation des objectifs du pôle QSE, et de permettre d'initier des actions associées, c'est l'objectif du plan d'action QSE associé à ce tableau. Ce plan d'action remplit mensuellement, présente les actions préventives ou correctives qui ont été mises en place pour atteindre les cibles fixées dans le tableau de bord. Par exemple, un des indicateurs environnementaux est le taux mensuel de pollutions que nous avions préalablement fixé à 1. Nous avons pu voir que nous sommes largement supérieur à cette cible ce qui semble mettre en doute l'objectivité de cette indicateur. Il serait donc nécessaire d'augmenter la cible à 5 pollutions mensuelles par exemple. Cependant, le point noir de ce tableau de bord est le suivant : il n'existe aucun listing d'indicateurs QSE ni aucunes cibles associées,ce qui rend difficile de déterminer l'objectivité de ceux présentés dans le tableau. Etablir un listing fixe des indicateurs à suivre dans le domaine ferroviaire serait donc un point à améliorer dans cette démarche d'amélioration continue du pôle QSE.

Références bibliographiques

ADEME. 2006. Traitement biologique des sols pollués : recherche et innovation. 92 p.

ADEME. 2005. Calcul des facteurs d'émissions et sources bibliographiques utilisées (version 3.0). 56 p.

ADEME. 2010 Guide des facteurs d'émissions, Version 6.1, Calculs des facteurs d'émissions et bibliographie utilisée. 81 p.

ADEME. 2010. Un outil pour connaître les émissions de gaz à effet de serre d'une entreprise ou administration : Le "bilan carbone".

ADEME. 2005. Bilan carbone d'une entreprise industrielle ou tertiaire, guide méthodologique version 3.0. 7 p.

Ambrosi P. 2004. Amplitude et calendrier des politiques de réduction des émissions face aux risques climatiques : leçons des modèles intégrés. Thèse de doctorat. Paris : Ecole des Hautes Etudes en Sciences Sociales, 289 p.

Apesa. 2008. Dossier technique : les chantiers verts, retour d'expérience. 3 p.

Association Bilan Carbone. 2014. Synthèse enquête flash 2014. 6 p.

Autorité environnementale – Conseil général de l'environnement et du développement durable. 2013. Avis délibéré de l'Autorité environnementale sur le projet de modernisation de la ligne ferroviaire Toulon-Hyères, section La Pauline-Hyères (83). 12 p.

Beauzamy B. 2011. Le Bilan Carbone : erreurs méthodologiques fondamentales. 34 p.

Bidaud C. 1998. Biodégradation des hydrocarbures aromatiques polycycliques : approche microbiologique et application au traitement d'un sol pollué. Thèse de doctorat : spécialité génie des procédés. Grenoble : Institut national polytechnique, 278 p.

BIOGENIE INC. 1994. Profil d'entreprise. Ste-Foy, QC, 1.

Boopathy R. 2000. Bioremediation of explosives contaminated soils. Int biodeter biodeg. 46: 29-36.

Boopathy R. 2002. Effect of food-grade surfactant on bioremediation of explosives contaminated soil. J Hazard Mater. 92 : 103-114.

Bourrelier P.H., Deneufbourg G., de Vanssay B., 2000, Les catastrophes naturelles, le grand cafouillage, Ed. Osman Eyrolles, Santé & Société, 262 p.

BRGM/RP. 2010. Quelles techniques pour quels traitements ? Analyses – Coûts- Bénéfices. Rapport final. 403 p.

Callaway J. M., 2002, Adaptation benefits and costs | measurement and policy issues, Environment Directorate, Environment Policy Committee, OECD, Paris, France, ENV/EPOC/GSP(2003)10.

Campillo M., Le Quéau D., et al, « Environnement, Risques, Sécurité », CNRS, rapport de conjoncture, 2004, chapitre 5, p117-132.

Commission Européenne, Livre Vert Adaptation au changement climatique en Europe: les possibilités d'action de l'Union Européenne, 2007.

Dandin P. 2006. Évolution du climat et sécheresses. Congrès de la FNCCR, Météo-France, Direction de la Climatologie.

De Perthuis C. 2009. Et pour quelques degrés de plus, Nos choix économiques face au risque climatique. Paris: Pearson. 304 p.

Dumas P. 2006. L'évaluation des dommages du changement climatique en situation d'incertitude : l'apport de la modélisation des coûts de l'adaptation. École des Hautes Études en Sciences Sociales, Thèse présentée par Patrice Dumas en vue d'obtenir le grade de Docteur de l'EHESS. Spécialité : Économie de l'Environnement. Thèse soutenue publiquement le 5 janvier 2006.

EEA. 2007. Climate change: the cost of inaction and the cost of adaptation. 74 p.

Eurovia. 2012. Mémoire développement durable. 93 p.

Eurovia. 2012. Bilan des émissions des Gaz à Effet de Serre d'Eurovia Atlantique. 34 p.

Eurovia. 2012. Bilan des émissions des Gaz à Effet de Serre d'Eurovia Lorraine. 38 p.

Eurovia Poitou Charentes Limousin. 2011. Bilan d'émission de GES : année 2011. 69 p.

GIEC / Climate Change. 2007. Bilan 2007 des changements climatiques : Contribution des Groupes de travail I, II et III au quatrième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat. Genève.

GIEC / Climate Change. 2001. Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC/GIEC), B. Metz, O. Davidson, R. Swart and J. Pan, Eds., Cambridge University Press, Cambridge, 167-299.

Havard M, Gazeau JC. 2010. Rapport sur l'obligation d'élaboration d'un bilan d'émissions des gaz à effet de serre prévue par l'article 26 du Projet de loi portant « Engagement National pour l'Environnement ». 45 p.

ITOPF. 2013. Elimination et traitement des hydrocarbures et des débris : guide d'informations techniques. 12 p.

Jancovici JM. 2006. Le Plein s'il vous plaît. Paris Seuil. 185 p.

Jancovici JM, Le Treut H. 2009. L'effet de serre : Allons-nous changer le climat ?. Paris : Flammarion. 217 p.

Jancovici JM. 2005. L'Avenir climatique : Quel temps ferons-nous ?. Paris : Seuil. 284 p.

Kalin, R.M. 2004. Engineered passive bioreactive barriers: risk-managing the legacy of industrial soil and groundwater pollution, Curr Opin Microbiol. 7, 227-238.

Khan, F.I., Husain, T. and Hejazi, R. 2004. An overview and analysis of site remediation technologies, J Environ Manage. 71, 95-122.

Legrand C., Solerieu M., Goglio E. 2006.Traitement des sites et des sols pollués. Territorial Editions. Voiron. 85p.

Leroi P, Diziain R, Saigault JF. 2005. Construction de haute qualité environnementale : l'implication des régions. Paris : Institut d'Aménagement et d'Urbanisme de la Région Ile de France. 66 p.

Lochu S., 1998. Évaluation des quantités de carbone stocké ; Rapport à la Mission interministérielle de l'effet de serre, octobre 1998, 94 p.

Milition C. 2007. Caractérisation des communautés procaryotique impliquées dans la bioremédiation d'un sol pollué par des hydrocarbures et développement d'outils d'analyse à haut débit : les bio puces ADN. Thèse de doctorat : spécialité génomique et écologie microbienne. Clermont-ferrand : Université des sciences de la vie et de la santé, 440 p.

Paseri J. 2013. Politique Environnementale d'ETF 2013-2015.

Perchet GT. 2008. Etude de la bioremédiation de sédiments contaminés par des composés organiques nitres persistant. Thèse de doctorat : spécialité sciences des agroressources. Toulouse : Institut national polytechnique, 125 p.

Perfumo, A., Banat, I.M., Marchant, R. and Vezzulli, L. 2007. Thermally enhanced approaches for bioremediation of hydrocarbon-contaminated soils, Chemosphere. 66, 179-184.

Philibert C. 1998. L'économie du changement climatique et la théorie de l'actualisation. Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Énergie, Paris.

Secteur Satolas. Chantier et environnement. Analyse de la solution proposée. 137-152p.

Serrano, A., Gallego, M., Gonzalez, J.L. and Tejada, M. 2007. Natural attenuation of diesel aliphatic hydrocarbons in contaminated agricultural soil, Environ Pollut.

Stern N. 2006. Review on the Economics of Climate Change. 700 p.

WBCSD et WRI. 2001. Le Protocole des gaz à effet de serre : Une norme de comptabilisation et de déclaration destinée à l'entreprise. 97 p.

Bibliothèque municipale de Lyon. Bilan Carbone [en ligne]. Disponible sur : http://www.guichetdusavoir.org/viewtopic.php?t=38620 (consulté le 09 mars 2014).

Wikipédia. Bilan Carbone [en ligne]. Disponible sur : http://fr.wikipedia.org/wiki/Bilan_carbone (consulté le 15 juin 2014).

Ficot D., Plénier G. Sociétés de services et bilan carbone® [en ligne]. Disponible sur : http://www.fr.capgemini-consulting.com/blog/the-voices-of-capgemini-consulting/2012/05/societes-de-services-et-bilan-carboner (consulté le 15 avril 2014).

Chazal C. Bilan carbone : la France exclut toujours les émissions importées [en ligne]. Disponible sur : http://www.actu-environnement.com/ae/news/RAC-emissions-importees-methode-de-calcul-GES-22401.php4 (consulté le 02 août 2014).

ABC. Pour la transition vers une société sobre en carbone [en ligne]. Disponible sur : http://www.associationbilancarbone.fr/ (consulté le 15 mai 2014).

Kovarik P. La taxe carbone aura un impact «nul» sur les carburants en 2014, assure Ayrault [en ligne]. Disponible sur : http://www.20minutes.fr/societe/1225997-20130921-taxe-carbone-impact-nul-carburants-2014-assure-ayrault (consulté le 17 juin 2014).

ISO. ISO 14064-3:2006 Gaz à effet de serre -- Partie 3: Spécifications et lignes directrices pour la validation et la vérification des déclarations des gaz à effet de serre [en ligne]. Disponible sur : http://www.iso.org/iso/fr/catalogue_detail?csnumber=38700 (consulté le 26 février 2014).

Réseau énergie habitat. Les lois Grenelle 1 et 2 [en ligne]. Disponible sur : http://www.reseau-energie-habitat.fr/lesengagementsdugrenelle/lois-grenelle-1-et-2.html (consulté le 23 mars 2014.)

Ecoact. Qui sommes-nous ? [en ligne]. Disponible sur : http://www.eco-act.com/solutions-de-compensation-carbone/qui-sommes-nous (consulté le 15 juin 2014).

Annexes

Annexe 1 : Fiche d'intervention N1

FICHE D'INTERVENTION N1

(Déversement sur le sol **MAITRISABLE**)

1 – SUPPRIMER L'ORIGINE DE LA POLLUTION

(Eteindre l'engin, obturer le trou, relever le bidon…)

2 – CONTENIR LA POLLUTION (avec le kit antipollution)

1 - **Mettre les gants**

2 - **Entourer la pollution avec les boudins absorbants et protéger les zones sensibles (avaloirs, cours d'eau …)**

3 - **Disposer des feuilles absorbantes (ou du produit absorbant) sur le liquide polluant et tapoter pour absorber l'ensemble du produit**

4 - **Disposer les boudins et les feuilles absorbantes dans le sac à déchets**

5 - **Déposer le sac à déchets dans le bac à déchet prévu à cet effet**

3 – ÉVACUER LES MATÉRIAUX POLLUÉS

(Déposer les matériaux dans le bac à déchet prévu à cet effet)

4 – PRÉVENIR LE SUPÉRIEUR HIÉRARCHIQUE

5 – RECHARGER LE KIT ANTIPOLLUTION

6 – OUVRIR UNE FICHE DE NON-CONFORMITE

(Application de la procédure de Traitement des non-conformités)

Annexe 2 : Fiche d'intervention N2

FICHE D'INTERVENTION N2

(Déversement sur sol ou dans l'eau **NON MAITRISABLE**)

1 – SI POSSIBLE CONTENIR LA POLLUTION

(Eteindre l'engin, obturer le trou, si possible mettre en place une barrière anti-pollution en protégeant les zone sensibles : avaloirs...)

ET TELEPHONER AU :

112 Urgences

18 Pompiers

2 – ET DITES

ICI CHANTIER DE : LGV EST EUROPEENNE PHASE 2

ACCES ou LIEUX DE RENDEZ-VOUS : ....

3 – INFORMER SUR

1 - **La nature de la pollution (fuite hydraulique, casse de réseau, incendie, explosion,...)**

2 - **L'importance en volume, débit,**

3 - **La zone concernée** (proximité de rivière, ZNIEFF, ...),

4 - **S'il y a nécessité de déblayer ou pomper des fluides**

4 – PRÉVENIR LE SUPÉRIEUR HIÉRARCHIQUE et LE RESPONSABLE QSE

5 – PRÉVENIR LES RIVERAINS **si nécessaire**

6 – ÉVACUER LES MATÉRIAUX

- Purger la zone polluée
- Stocker les matériaux sur une aire étanche en attendant la dépollution

7 – OUVRIR UNE FICHE DE NON-CONFORMITE

(Application de la procédure de Traitement des non-conformités)

Annexe 3 : Fiche technique Oil Sponge vert

HALECO

Fiche Technique



Mise à jour le 21/10/2009

OIL SPONGE VERT : Traitement des déversements d'hydrocarbures
Réf : 003.627.73 – 018.201.91

UTILISATION :

Absorbant écologique permettant une biodégradation des hydrocarbures en CO^2, H_2O et biomasse, par l'action naturelle des micro-organismes qu'il contient.
Peut être utilisé comme traitement de sol pour dépolluer des surfaces contaminées par des hydrocarbures, et obtenir dans certains cas la filière DIB par bioaugmentation.

DONNEES TECHNIQUES :

Caractéristiques :
Conditionnement : sacs de 13,5 Kg, d'une contenance de 25 L

Fibres de coton recyclées sous forme de poudre lourde
Contient des bactéries (classe 1) sélectionnées pour dégrader les hydrocarbures
Vitesse de dégradation dans le sol jusqu'à 1400 ppm / jour
Absorbe les hydrocarbures dans la terre et en surface
Biodégradable et bioremédiant
Réutilisable jusqu'à saturation
Absorbe 5 à 6 fois son poids
Incinérable avec taux de cendres<3%
Ignifugé

Mode d'emploi :
En traitement de sol in situ :
1 sac = 8 m² sur une profondeur de 20 à 30 cm.

Retourner la terre de la zone à traiter afin de bien l'aérer.
Mélanger Oil Sponge Vert à cette terre meuble.

Ensuite, arroser plusieurs fois avec de l'eau pour que le milieu soit humide et propice à la biodégradation.

Après 45 jours, votre sol redevient stable et fertile : son changement de couleur en atteste.

HALECO - 1951, avenue d'Orange B.P. 303 - 84706 Sorgues cedex FRANCE
Tel : +33 (0)4 90 39 39 66 Fax : +33 (0)4 90 39 39 79
www.haleco.fr clients@haleco.fr

Annexe 4 : Fiche technique « Natura Sol »



TECHNICAL DATA REPORT





Nettoyant biologique pour sols de garages et industries

- Mélange de bactéries spécialisées et extraits fermentaires, spécialement adaptés pour le traitement des tâches d'huile sur les sols en béton, ciment, pierre, céramique, carrelage, pavés autobloquants, dalles gravillons lavés, bitume et autres types de sols poreux.
- Rend les sols beaucoup moins glissants : plus de sécurité pour les employés.
- Sans rinçage : économie de temps et d'argent.
- pH neutre : sans attaque sur les supports.
- Bactéries bénéfiques pour l'environnement.
- Sans bactéries modifiées génétiquement.
- Sans attaque sur les fibres des balais : elles restent propres plus longtemps et ne dégagent pas de mauvaises odeurs.
- Compatible avec les séparateurs d'hydrocarbures.
- Favorise la séparation de phase entre les hydrocarbures et l'eau.
- Ininflammable.
- Tensioactifs biodégradables à plus de 95 %.

Contient des bactéries ultra spécialisées : L'action biologique des cultures de bactéries continue à éliminer les odeurs d'origine organique, créent un bio-film qui facilite les nettoyages successifs. Contient des extraits fermentaires actifs : activité biologique nettoyante et super-dégraissante instantanée, assure un nettoyage en profondeur (surfaces poreuses et irrégulières).

UTILISATEURS

Idéal pour nettoyer les sols industriels de garages, les centres de réparation rapide d'automobiles, les concessionnaires, les hangars des municipalités, des écoles, les aires de stationnement, les gares, les aéroports, les garages les industries et entrepôts, les centres de production d'énergie, etc.

S'UTILISE AVEC

Nos doseurs automatiques, pulvérisateurs, surpresseurs et autolaveuses.

APPLICATION

Diluer de 1 à 3 % dans de l'eau tiède de préférence (maximum40 °C). Ne laisse pas de traces à la dilution recommandée, particulièrement sur les surfaces lisses (marbre, granite, etc.).Pour s'assurer d'une dilution précise, il est recommandé d'utiliser un doseur automatique. Ne pas diluer plus de 48 heures à l'avance. Idéalement, diluer la quantité nécessaire pour la journée. Appliquer la solution sur le sol à l'aide d'un balai à frange ou d'une serpillière tout en frottant. Ne pas rincer. Après le nettoyage, verser le seau dans l'écoulement permettra ainsi de traiter aussi les canalisations.

CONDITIONS D'EMPLOI

Se reporter aux conditions d'emploi figurant sur l'emballage.

CARACTÉRISTIQUES

Aspect : liquide limpide couleur verte.
Odeur : tilleul.
pH : 7,5 - 8,5.
Densité : 1,01.

Toutes les mentions stipulées dans ce document sont basées sur notre expérience pratique et/ou sur des tests en laboratoire. Etant donné la grande diversité de circonstance d'utilisation et des facteurs humains non prévisibles, nous recommandons de toujours tester de nos produits avant leurs utilisations définitives dans la pratique. La présente feuille de données techniques peut déjà avoir été revue en fonction de la réglementation, de la disponibilité des composants ou des nouvelles informations reçues. La dernière version en vigueur et donc la seule valable, peut vous être envoyée sur simple demande.
Version : 8343-0710

ZEP INDUSTRIES B.V.
(B) Frankrijklei 33, 2000 Anvers – T 02-3470117 F 02-3471395 - sales@zep.be – www.zepindustries.be
(NL) Vierlinghweg 30, 4612 PN Bergen op Zoom – T 0164-250100 F 0164-266710 - info@zepbenelux.com – www.zepindustries.nl
(D) Falkstraße 11, 33602 Bielefeld – T 0521-174158 F 0521-5217114 - sales@zepbenelux.com – www.zepindustries.de

Annexe 5 : Fiche pollution

<table>
<tr><th colspan="6">Alerte à la pollution</th></tr>
<tr><td colspan="6">Date : / / Heure : PK : Voie : Commune :
Responsable POI :
Description de la situation :

Cause :

Origines : ☐ Main d'œuvre ☐ Machine ☐ Matériels/Matériaux ☐ Méthodes ☐ Milieu</td></tr>
<tr><th colspan="6">Recueils</th></tr>
<tr><td colspan="6">Nature du sol :
Nature du site aquatique :</td></tr>
<tr><th colspan="6">Niveau d'intervention</th></tr>
<tr><th colspan="2">☐ Niveau 1</th><th colspan="2">☐ Niveau 2</th><th colspan="2">☐ Incendie</th></tr>
<tr><td colspan="2">Description de l'intervention :

Réalisée le : / /
Responsable du traitement :
Nom : Visa :</td><td colspan="2">Description de l'intervention :

Réalisée le : / /
Responsable du traitement :
Nom : Visa :</td><td colspan="2">Description de l'intervention :

Réalisée le : / /
Responsable du traitement :
Nom : Visa :</td></tr>
<tr><th colspan="6">Contrôle du traitement</th></tr>
<tr><td colspan="6">Date du Contrôle : / /
Contrôle satisfaisant ☐ Contrôle non satisfaisant ☐
Observation(s) éventuelle(s) (si contrôle non satisfaisant)

Nom : Prénom : Visa :</td></tr>
<tr><th colspan="6">Levée de la fiche pollution</th></tr>
<tr><td colspan="3">Approbation de l'émetteur :
Nom :
Date : / / Visa :</td><td colspan="3">Approbation de la MOEI:
Nom :
Date : / / Visa :</td></tr>
<tr><td colspan="6">Cout de la pollution :
Chiffrage (en €) :</td></tr>
<tr><th colspan="6">Action corrective</th></tr>
<tr><td colspan="6">Ouverture d'une FAC : non ☐ oui ☐ Numéro :
Date : / /</td></tr>
</table>

Résumé

Afin de répondre à la législation, ETF, acteur de premier plan à l'échelle mondiale dans le domaine ferroviaire, a entreprit la réalisation de son Bilan Carbone sur la phase production de son projet « LGV EE Est 2ème phase », qui représente 106 km de ligne nouvelle à grande vitesse reliant Baudrecourt à Vendenheim. Ce mémoire présente la démarche, ainsi que les résultats de la phase de collecte de données, qui serviront au calcul des émissions de gaz à effet de serre de ce projet. La finalité sera de mettre en place un plan d'actions visant la réduction de ces émissions. La politique environnementale d'ETF affirme leur volonté de s'inscrire dans la préservation de l'environnement, ce qui passe par la gestion et le suivi des pollutions. Afin d'appuyer ces propos, la démarche de gestion et de suivi des pollutions mise en place lors de ce projet sera présentée dans ce mémoire.

Abstract

To answer the legislation, ETF, figure at the world level in the railway domain, has begun the realization of its Balance Carbon on the phase production of its project « LGV EE Est 2nd phase », who represents 106 km of new line high speed train (TGV) from Baudrecourt to Vendenheim. This report presents the method, as well as the results of the phase of collecting data, which will be used to the calculation of gas emissions with greenhouse effect of this project. The end will be to set up an action plan to a reduction of emissions issues. The environmental politics of ETF asserts the will to join the conservation of the environment, what passes by the management and the follow-up of the pollutions. So as to root for these comments, the method of pollutions management will take place in this memoire.